



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS SEBELUM DAN SETELAH  
MENERIMA LIMBAH KARET (PT. TELUK LUAS DAN PT. BATANG  
HARI BARISAN) DI SUNGAI BATANG ARAU KOTA PADANG**

**SKRIPSI**



**FEBY ARMATRIS**  
**05 133 056**

**JURUSAN BIOLOGI**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS ANDALAS**  
**PADANG 2012**

## KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini. Shalawat dan salam penulis kirimkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umatnya dari alam kebodohan ke alam ilmu pengetahuan seperti saat ini.

Skripsi yang berjudul "Komunitas Makrozoobentos Sebelum dan Setelah Menerima Limbah Karet (PT. Teluk Luas dan PT. Batang Hari Barisan) di Sungai Batang Arau Kota Padang" disusun berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.

Atas bimbingan, nasehat, dorongan dan bantuan moril kepada penulis selama penelitian sampai selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada Ibu Dra. Izmiarti, MS dan Bapak Drs. Afrizal S, MS yang telah sabar memberikan bimbingan serta arahan kepada penulis. Selanjutnya ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada:

1. Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.
2. Bapak Dr. Syaifullah selaku Pembimbing Akademik selama penulis menuntut ilmu di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Padang.

3. Kepala dan Analis Laboratorium Ekologi Hewan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas yang telah memberikan fasilitas selama penulis melakukan penelitian.
4. Bapak dan Ibu dosen beserta seluruh staf dan karyawan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.
5. Alm Papa dan Mama tercinta serta adikku tersayang, yang senantiasa telah memberikan dukungan baik moril maupun materil dan memberikan doa, semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Teman-teman yang telah membantu penulis di lapangan dan di laboratorium.
7. Teman-teman Biologi Angkatan 2005 Universitas Andalas yang telah banyak memberikan dukungan dan semangatnya.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan dan perkembangan ilmu pengetahuan di masa sekarang dan masa yang akan datang. Amin.

Padang, 20 Januari 2012

Penulis





## ABSTRAK

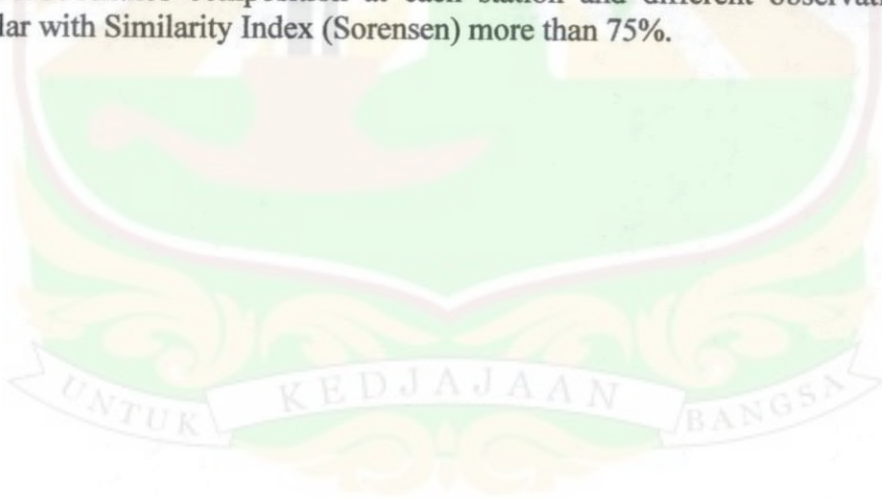
Penelitian tentang komunitas makrozoobentos sebelum dan setelah menerima limbah karet (PT. Teluk Luas dan PT. Batang Hari Barisan) di Sungai Batang Arau Kota Padang telah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui komposisi dan struktur komunitas makrozoobentos sebelum dan setelah menerima limbah karet dan pada waktu yang berbeda di Sungai Batang Arau Kota Padang. Penelitian ini menggunakan metode *survey* dan pengambilan sampel secara *sistematik sampling*. Lokasi penelitian terdiri atas 5 stasiun. Pada setiap stasiun diambil sebanyak 3 sampel pada titik yang berbeda dengan Suber Net ukuran (30 x 30 cm<sup>2</sup>). Sampel dikoleksi 3 kali yaitu bulan Agustus, Oktober dan November 2010. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya perubahan beberapa faktor fisika kimia air di Sungai Batang Arau Kota Padang setelah menerima limbah karet. Terjadi peningkatan TSS, O<sub>2</sub> dan NH<sub>3</sub>N, penurunan kecepatan arus dan ditemukannya lumpur pada substrat di Stasiun setelah menerima limbah karet. Makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Batang Arau sebelum dan setelah menerima limbah karet sebanyak 24 jenis dengan komposisi Insekta (11 jenis), Gastropoda (6 jenis), Hirudinea (5 jenis), dan Oligochaeta (2 jenis). Kepadatan populasi rata-rata 2021,00 ind/m<sup>2</sup>, berkisar dari 646,84-1361,60 ind/m<sup>2</sup> yang ditemukan tertinggi ditemukan pada stasiun 4 (setelah menerima limbah) dan terendah pada stasiun 1 (sebelum menerima limbah). Jenis dominan pada setiap stasiun bervariasi, kepadatan dan kepadatan relatif *Orthocladus* sp. lebih tinggi pada stasiun setelah menerima limbah karet. Indeks Diversitas (H') dan Indeks Ekuitabilitas (E) mengalami penurunan setelah menerima limbah karet dan meningkat dari bulan Oktober sampai November. Komposisi makrozoobentos pada setiap stasiun dan waktu pengamatan yang berbeda adalah serupa dengan Indeks Similaritas (Sorensen) lebih besar dari 75%.





## ABSTRACT

Research on community of macrozoobenthos before and after receive the rubber waste (PT. Teluk Luas and PT. Batang Hari Barisan) has been done in Batang Arau River Padang. The aim of study to determine the macrozoobenthos composition and community structure before and after receive the rubber waste and at different times in Batang Arau River Padang. This study uses the survey method and systematic sampling technique. Study site consists of 5 stations. At each station as many as 3 samples taken at different points with Suber Net size (30 x 30 cm<sup>2</sup>). Samples were collected three times that in August, October and November 2010. The results showed that some water physico chemical change at stasions after receive the rubber waste. An increase in TSS, O<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub>N, decreased current velocity and mud on the substrate at the station after receive the rubber waste. Twenty four macrozoobenthos was found in Batang Arau River with composition : Insects (11 species), Gastropoda (6 species), Hirudinea (5 species), and Oligochaeta (2 species). Average population density of 2021.00 ind/m<sup>2</sup>, range from 646.84 to 1361.60 ind/m<sup>2</sup>. The highest density found at station 4 (after receive the waste) and the lowest at station 1 (before receive waste). Dominant species varies at each station, density and relative density of *Orthocladius* sp. higher at the station after receive the rubber waste than before receive the rubber waste. Diversity Index (H') and Equitabilitas Index (E) have decreased after receive the rubber waste and increase from October to November. Macrozoobenthos composition at each station and different observation time are similar with Similarity Index (Sorensen) more than 75%.



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Sungai .....	6
2.2 Makrozoobentos .....	7
2.2 Faktor Fisika Kimia Perairan yang Mempengaruhi Kehidupan Makrozoobentos .....	9
<b>III. PELAKSANAAN PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	12
3.2 Metode Penelitian .....	12
3.3 Alat dan Bahan .....	13
3.4 Cara Kerja .....	13
3.4.1 Di Lapangan .....	13
3.4.1.1 Pengambilan Sampel Makrozoobentos .....	15
3.4.1.2 Pengukuran Faktor Fisika–Kimia Air .....	14

3.4.2 Di Laboratorium .....	16
3.4.2.1 Pengerjaan Sampel Makrozoobentos .....	16
3.4.2.2 Pengukuran BOD <sub>5</sub> ( <i>Biological Oxygen Demand</i> ) .....	17
3.4.2.3 Pengukuran Zat Padat Tersuspensi ( <i>Total Suspended Solid</i> ) .....	17
3.5 Analisis Data .....	18
3.5.1 Komposisi Komunitas Makrozoobentos .....	18
3.5.2 Struktur Komunitas Makrozoobentos .....	19
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Faktor Fisika–Kimia Air .....	21
4.2 Komposisi Makrozoobentos Sebelum dan Setelah Menerima Limbah Karet di Sungai Batang Arau Kota Padang .....	30
4.3 Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebelum dan Setelah menerima Limbah di Sungai Batang Arau Kota Padang .....	39
4.3.1 Indeks Diversitas ( $H'$ ) dan Indeks Equitabilitas ( $E$ ).....	39
4.3.2 Indeks Similaritas .....	41
4.4 Komposisi dan Struktur Komunitas Makrozoobentos Berdasarkan Waktu yang berbeda.....	42
<b>V. KESIMPULAN</b> .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	49
<b>LAMPIRAN</b> .....	54



## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.	Faktor Fisika Kimia Air Sungai Batang Arau Sebelum dan Setelah Menerima limbah Pabrik Karet.....	21
2.	Kepadatan ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ), Kepadatan Relatif (%), dan Frekuensi Kehadiran (%) Makrozoobentos pada masing-masing stasiun sebelum dan setelah menerima limbah karet di Sungai Batang Arau Kota Padang.....	33
3.	Indeks Diversitas dan Indeks Ekuitabilitas Makrozoobentos pada masing-masing stasiun pengamatan di Batang Arau Kota Padang.....	40
4.	Indeks Similaritas (%) Makrozoobentos pada masing-masing stasiun Pengamatan di Sungai Batang Arau Kota Padang .....	41
5.	Kepadatan ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ), Kepadatan Relatif (%), dan Frekuensi Kehadiran (%) Makrozoobentos berdasarkan waktu pengamatan di Sungai Batang Arau Kota Padang .....	43
6.	Indeks Diversitas dan Indeks Ekuitabilitas Makrozoobentos pada masing-masing waktu pengamatan di Batang Arau Kota Padang .....	45
7.	Indeks Similaritas (%) Makrozoobentos pada masing-masing waktu pengamatan di Sungai Batang Arau Kota Padang .....	46



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lokasi Pengambilan Sampel Makrozoobentos di Sungai Batang Arau Kota Padang.....	54
2. Foto Stasiun Penelitian di Sungai Batang Arau Kota Padang .....	55
3. Kepadatan ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ), Kepadatan Relatif (%), dan Frekuensi Kehadiran (%) Makrozoobentos pada masing-masing di Stasiun Batang Arau Kota Padang .....	57
4. Kepadatan ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ), Kepadatan Relatif (%), dan Frekuensi Kehadiran (%) Makrozoobentos pada masing-masing waktu pengamatan di Sungai Batang Arau Kota Padang.....	58
5. Jenis-jenis Makrozoobentos yang didapatkan di Sungai Batang Arau Kota Padang .....	60
6. Analisis uji t taraf 5% untuk nilai keanekaragaman antar stasiun pengamatan .....	61
7. Analisis uji t taraf 5% untuk nilai keanekaragaman antar waktu pengamatan .....	62
8. Analisis Indeks Similaritas Sorensen (%) antara Stasiun .....	63
9. Analisis Indeks Similaritas Sorensen (%) antara waktu pengamatan .....	63

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan suatu badan perairan tawar yang memiliki karakter air mengalir yang alirannya bergerak dari daerah yang topografi tinggi ke daerah topografi yang rendah. Dalam sungai hidup berbagai jenis organisme baik yang hidup bergerak bebas seperti ikan, melayang seperti plankton maupun yang hidup sebagai organisme bentik seperti organisme bentos (Afrizal, 1993). Menurut Zairion (2003), sungai adalah suatu ekosistem terbuka yang dapat menerima berbagai aliran atau masukan dari daerah "catchment" (daerah tangkapan air) dan dari daerah sekitarnya sehingga dapat mempengaruhi kualitas air dan berpengaruh terhadap organisme yang hidup didalam sungai tersebut.

Sungai-sungai di Indonesia saat ini telah banyak mengalami pencemaran. Pencemaran ini terjadi akibat adanya aktivitas manusia seperti kegiatan industri, pertambangan dan aktivitas rumah tangga, dimana limbahnya, termasuk yang mengandung logam berat, dialirkan ke dalam badan perairan. Kebanyakan dari limbah itu biasanya dibuang begitu saja tanpa pengolahan terlebih dahulu (Marganof, 2007).

Pembuangan limbah ke dalam badan perairan dapat menyebabkan perubahan dan gangguan terhadap sumber daya perairan tersebut, baik secara langsung maupun tidak langsung. Akibat langsung tampak antara lain matinya ikan di sungai-sungai, rusaknya usaha pertanian dan perikanan di sekitar tempat pembuangan atau air sungai berbau atau berubah warna sehingga tidak dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia. Akibat tidak langsungnya adalah kerusakan ekosistem sungai



seperti merosotnya produktivitas dan keanekaragaman jenis organisme perairan terutama makrozoobentos (Bengtsson, 1975 *cit.*, Rakhman, 2006).

Makrozoobentos adalah organisme yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berada di dasar perairan. Menurut Cummins (1975) makrozoobentos adalah hewan bentos yang memiliki ukuran tubuh minimal 3 mm.

Komunitas makrozoobentos dalam air dapat menggambarkan kondisi lingkungan perairan tersebut, karena respon dan adaptasi hewan bentos terhadap berbagai cekaman atau perubahan lingkungan. Dalam lingkungan yang relatif stabil, komposisi dan struktur komunitas makrozoobentos relatif tetap (APHA, 1992).

Keberadaan makrozoobentos dalam perairan dapat digunakan sebagai indikator dalam menentukan kualitas perairan. Hal ini berkaitan dengan hewan bentos yang berada relatif tetap di habitatnya, memiliki siklus hidup yang panjang, penyebaran yang luas pada berbagai kondisi lingkungan, mobilitas (daya gerak) yang rendah, mudah diidentifikasi jika dibandingkan dengan jenis mikrozoobentos (Rossenberg dan Resh, 1993), serta sensitif terhadap perubahan fisika kimia air dan perubahan kondisi substrat dasar sungai sebagai tempat kehidupannya (Zairion, 2003).

Adanya perubahan kondisi suatu perairan tersebut dapat ditunjukkan dengan perubahan kondisi fisika kimia air dan perubahan kondisi biota perairan yang tampak dari parameter kelimpahan dan keanekaragaman biota perairan tersebut (Odum, 1998). Pemantauan kualitas perairan sungai secara fisika kimia hanya memberikan gambaran kondisi kualitas perairan sesaat dan tidak bersifat permanen, sedangkan pemantauan kualitas perairan secara biologi dapat menggambarkan kondisi yang sesungguhnya karena keberadaan biota suatu waktu merupakan hasil adaptasinya terhadap kondisi lingkungan yang telah terjadi selama kehidupannya pada perairan tersebut (Hawkes, 1979; Rossano, 1996; Karr dan Chu, 1999).

Batang Arau merupakan salah satu sungai yang cukup besar di Kota Padang. Pada bagian hilir sungai ini sekitar daerah Ujung Tanah terdapat bendungan sungai yang membagi aliran Batang Arau menjadi dua, satu bermuara ke Muara Padang dan satu lagi mengalir ke Banda Bakali (Banjir Kanal) yang bermuara di Pantai Purus Padang. Banda Bakali menampung aliran limbah cair dari pabrik karet (PT. Teluk Luas dan PT. Batang Hari Barisan) dan limbah domestik yang berasal dari daerah pemukiman sekitarnya. Masukan aliran limbah di atas akan dapat memperkaya bahan organik dalam perairan dan mempengaruhi kondisi fisika kimia airnya. Khan (1989) mengatakan bahwa dalam limbah karet mengandung berbagai senyawa kimia seperti latek, protein, karbon, lipid, kromatid, garam-garam dan sejumlah besar asam yang digunakan dalam memproses karet.

Adanya masukan berbagai bahan tersebut ke dalam badan air sampai batas-batas tertentu akan dapat direcovery oleh air dan tidak akan menurunkan kualitas air. Namun apabila masukannya melebihi daya dukung sungai, maka timbul permasalahan yang serius yaitu pencemaran perairan, sehingga berpengaruh terhadap kehidupan biota perairan termasuk didalamnya komunitas makrozoobentos dan kesehatan penduduk yang memanfaatkan air sungai tersebut (Musreni, 2006). Bapedalda (2010) Kota Padang menyatakan kualitas air sungai Batang Arau ke arah muara termasuk air kelas III bahkan ada yang kelas IV. Afrizal dan Izmiarti (2006) juga melaporkan bahwa kondisi air sungai ke arah muara sudah termasuk tercemar berat baik dari nilai BOD dan nilai keanekaragaman komunitas bentiknya. Bagaimana fluktuasi komunitas dan jenis hewan bentos yang teradaptasi dalam kondisi demikian masih belum dikaji lebih dalam.

Penelitian tentang makrozoobentos sudah pernah dilakukan di Sungai Batang Arau Kota Padang, seperti Ardi (1999) tentang Struktur Komunitas Makrozoobentos sebagai indikator kualitas perairan Sungai Batang Arau, Musreni (2006) tentang



Komunitas Makrozoobentos di Batang Arau Kota Padang, serta Afrizal dan Izmiarti (2006) tentang penggunaan Komunitas bentik sebagai indikator biologi untuk ekosistem sungai dalam wilayah Kota Padang.

Peneliti diatas secara umum mengungkap tentang gambaran kualitas sungai Batang Arau berdasarkan komunitas makrozoobentos, akan tetapi penelitian tentang Komunitas Makrozoobentos dan fluktuasinya berdasarkan waktu baik sebelum dan setelah menerima limbah karet di Sungai Batang Arau Kota Padang belum pernah dilakukan sebelumnya. Menurut Odum (1998) bahwa populasi sangat ditentukan oleh ruang dan waktu. Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai Komunitas Makrozoobentos sebelum dan setelah menerima Limbah Karet (PT. Teluk Luas dan PT. Batang Hari Barisan) di Sungai Batang Arau Kota Padang.

## 1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi beberapa faktor fisika kimia air di Sungai Batang Arau Kota Padang sebelum dan setelah menerima limbah karet.
2. Bagaimana komposisi makrozoobentos sebelum dan setelah menerima limbah karet di Sungai Batang Arau Kota Padang.
3. Bagaimana struktur komunitas makrozoobentos sebelum dan setelah menerima limbah karet di Sungai Batang Arau Kota Padang.
4. Bagaimana komposisi dan struktur komunitas makrozoobentos pada waktu yang berbeda di Sungai Batang Arau Kota Padang.



### 1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

#### 1.3.1 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui beberapa kondisi fisika kimia air di Sungai Batang Arau Kota Padang sebelum dan setelah menerima limbah karet.
2. Mengetahui komposisi makrozoobentos sebelum dan setelah menerima limbah karet di Sungai Batang Arau Kota Padang.
3. Mengetahui struktur komunitas makrozoobentos sebelum dan setelah menerima limbah karet di Sungai Batang Arau Kota Padang.
4. Mengetahui komposisi dan struktur komunitas makrozoobentos pada waktu yang berbeda di Sungai Batang Arau Kota Padang.

#### 1.3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk menambah khazanah ilmu pengetahuan terutama dalam bidang Ekologi. Manfaat lain juga adalah memberikan informasi tentang kualitas air sungai Batang Arau berdasarkan parameter biologi yang bermanfaat bagi pemerintah Kota Padang dalam pengelolaan sungai.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sungai

Sungai adalah perairan lotik yang didalamnya hidup berbagai organisme seperti, makrofita akuatik, plankton, nekton, dan bentos. Sungai merupakan perairan terbuka yang dapat menampung dan mengalirkan material baik berupa limbah rumah tangga maupun limbah industri. Bahan material yang masuk ke dalam sungai tersebut sangat menentukan kehadiran biota didalam sungai tersebut. Salah satu komponen biota sungai yang cukup penting adalah makrozoobentos (Odum, 1998).

Sungai yang banyak mendapat pemasukan material organik dari daratan akan menjadi produktif. Di alam material tersebut mungkin saja didapatkan dari tanah dan bisa menjadi nutrisi, garam atau bahan organik. Kotoran atau buangan dari sisa-sisa proses biologi mempengaruhi kehidupan invertebrata bentos. Peningkatan bahan organik akan meningkatkan komponen dekomposer yang akan membentuk ketidakseimbangan didalam ekosistem sungai secara keseluruhan (Hawkes, 1979).

Menurut Nontji (1986) Sungai merupakan perairan terbuka yang mengalir (lotik) yang mendapat masukan dari semua buangan berbagai kegiatan manusia di daerah pemukiman, pertanian, dan industri pada daerah sekitarnya. Masukan buangan ke dalam sungai akan mengakibatkan terjadinya perubahan faktor fisika, kimia, dan biologi didalam perairan.

Berkembangnya kegiatan penduduk di Daerah Aliran Sungai (DAS), seperti bertambahnya pemukiman, kegiatan industri rumah tangga, dan kegiatan pertanian, dapat berpengaruh terhadap kualitas airnya, karena limbah yang dihasilkan dari kegiatan penduduk tersebut dibuang langsung ke sungai. Perkembangan industri yang semakin cepat, dan intensifikasi air irigasi akan menyebabkan timbulnya



berbagai permasalahan. Masukan bahan organik kedalam perairan mempunyai akibat yang sangat kompleks, tidak hanya deoksigenasi dalam air, tetapi dapat terjadi penambahan padatan tersuspensi, bahan beracun seperti amonia, sulfida atau sianida serta berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahan komunitas biologi dalam hal ini adalah makrozoobentos (Trisna, Suharto, dan Marsoedi, 2001).

Sebagai organisme yang hidup di dasar perairan, hewan makrobentos sangat peka terhadap perubahan kualitas air tempat hidupnya sehingga akan berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahannya. Hal ini tergantung pada toleransinya terhadap perubahan lingkungan, sehingga organisme ini sering dipakai sebagai indikator tingkat pencemaran suatu perairan (Trisna, Suharto, dan Marsoedi, 2001).

## 2.2 Makrozoobentos

Bentos adalah organisme yang hidup di dasar perairan (Odum, 1998). Berdasarkan cara hidupnya di dasar perairan, hewan bentos dapat dibagi atas dua kelompok yaitu epibentik dan eubentik. Epibentik adalah hewan bentos yang hidup menempel di permukaan substrat dasar dan eubentik adalah hewan bentos sejati yang menggali ke dalam substrat yang lunak (Rossenberg dan Resh, 1993).

Zoobentos adalah hewan invertebrata yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berada di dasar perairan baik di permukaan dasar maupun menggali ke dalam substrat (Odum, 1998; Goldman dan Horne, 1983). Berbagai jenis zoobentos ada yang berperan sebagai konsumen primer dan ada pula yang berperan sebagai konsumen sekunder atau konsumen yang menempati level trofik yang lebih tinggi. Pada umumnya, zoobentos merupakan makanan alami bagi ikan-ikan pemakan di dasar yang dikenal juga dengan istilah "bottom feeder" (Pennak, 1978).



Berdasarkan ukuran tubuhnya zoobentos dapat dibedakan atas 3 kelompok yaitu mikrozoobentos, meizoobentos dan makrozoobentos. Mikrozoobentos mempunyai ukuran tubuh yang lebih kecil dari 0,045 mm, meizoobentos ukuran tubuh berkisar antara 0,045–0,425 mm dan makrozoobentos mempunyai ukuran tubuh lebih besar dari 0,425 mm (Cole, 1984).

Secara umum pengertian makrozoobentos adalah hewan bentos yang berukuran makro dan dapat dilihat dengan mata telanjang. Para ahli memberikan batas-batas ukuran yang berbeda terhadap makrozoobentos, seperti Cummins (1975) menyatakan bahwa makrozoobentos mempunyai ukuran tubuh sekurang-kurangnya 3-5 mm. Menurut Lind (1979) bahwa hewan yang tergolong makrozoobentos dapat tertahan dengan saringan nomor 30. Selanjutnya Slack *et. al.* (1973 *cit.* Rosenberg dan Resh 1993) memberikan batasan makrozoobentos, apabila tertahan jika menggunakan saringan dengan ukuran mesh minimal 200 mikron.

Sebagai organisme yang hidup diperairan, makrozoobentos sangat peka terhadap perubahan kualitas air tempat hidupnya sehingga akan berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahannya. Oleh karena itu, makrozoobentos dapat digunakan sebagai parameter biologi dalam menentukan kondisi suatu perairan. Hal ini tergantung pada toleransi masing-masing hewan terhadap perubahan lingkungan, sehingga organisme ini sering dipakai sebagai indikator tingkat pencemaran suatu perairan (Odum, 1998).

Kastoro *et. al.* (1987) mengatakan bahwa makrozoobentos yang hidup didasar perairan umumnya relatif sessil dan secara terus menerus terkena substansi yang diangkut oleh aliran sungai, sehingga beberapa jenis makrozoobentos dapat dijadikan spesies indikator tentang kualitas lingkungan yang ditempatinya, karena memiliki sifat-sifat yang tidak dimiliki oleh hewan lain.

## 2.3 Faktor Fisika Kimia Perairan yang Mempengaruhi kehidupan Makrozoobentos

### 2.3.1 Fisika

#### 2.3.1.1 Turbiditas, Warna dan Zat Padat Tersuspensi

Faktor-faktor ini memiliki pengaruh dalam menghalangi penetrasi cahaya yang masuk ke perairan, hal ini dapat menekan produktifitas primer dari alga dan makrofita akuatik. Keadaan ini, baik secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi kehidupan makrozoobentos yang menggunakan tumbuhan sebagai makanan mereka dan tentu saja ini dapat menurunkan jumlah populasinya diperairan. Turbiditas akan mempengaruhi hubungan mangsa dengan pemangsa, yaitu dengan berkurangnya kemampuan pemangsa dalam melihat mangsa. Hal ini akan mengakibatkan ketidak-seimbangan komunitas diperairan (Hawkes, 1979).

Zat padat tersuspensi memberikan pengaruh secara langsung terhadap makrozoobentos penyaring (*Filter-Feeders*), seperti *Hydropsyche* dan *Simulium* dimana makanan mereka adalah partikel-partikel yang tersaring termasuk mikroorganisme dari perairan. Zat padat tersuspensi ini memberikan pengaruh yang serius bagi mereka karena terhambatnya mekanisme cara makan mereka. Selain itu, zat padat tersuspensi ini juga memberikan efek besar pada komunitas bentos, yaitu ketika padatan tersebut menempel di dasar perairan. Ketika keadaan ini muncul, fauna Lithophilous seperti *Ecdyonurus*, Serangga Batu (*Stone-Flies*) dan *Caddis* akan sangat terpengaruh. Mereka mungkin saja digantikan oleh komunitas yang hidup di lumpur, seperti Oligochaeta, siput Pulmonate dan larva Chironomid (Hawkes, 1979).



### 2.3.1.2 Suhu Air

Suhu air merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi aktifitas dari organisme akuatik seperti makrozoobentos, namun suhu air tidak akan mempengaruhi kehidupan komunitas bentos jika suhu belum melampaui 30°C. Molusca pada umumnya muncul karena meningkatnya suhu hingga 30°C meningkatnya suhu juga dapat mempercepat siklus hidup dari beberapa serangga air dan membuat mereka muncul lebih awal. Suhu air di atas 30°C juga berakibat terhadap populasi invertebrata bentos (Hawkes, 1979). Sebagian besar invertebrata air tawar tidak mampu hidup pada suhu antara 30°C dan 40°C (Pennak, 1978), namun Merrit dan Cummins (1984) menyatakan bahwa insekta akuatik ditemukan pada kisaran temperatur mulai dari 0°C hingga 50°C.

### 2.3.1.3 Tipe Substrat dan Kecepatan Arus

Tipe substrat yang terdapat disepanjang sungai menjadi penentu jenis-jenis hewan bentos yang mendiaminya. Pada substrat berlumpur dan berpasir dengan arus lemah, ditemukan hewan bentos penggali substrat seperti Oligochaeta dan Bivalva. Pada substrat berbatu dengan arus deras ditemukan hewan bentos yang hidup melekat serta bentuk tubuh yang pipih atau ramping (Welch dan Lindell, 1980).

## 2.3.2 Kimia

### 2.3.2.1 pH

Salah satu faktor kimia perairan yang berpengaruh terhadap komunitas hewan bentos adalah pH. Nilai pH yang dapat ditelorir adalah 4,5-4,8 (Welch dan Lindell, 1980).



Gastropoda umumnya dijumpai pada perairan yang memiliki pH diatas 7 dan Bivalva hadir pada kisaran pH 5,6–8,3 (Hawkes, 1979).

#### 2.3.2.2 Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut sangat penting bagi zoobentos dan organisme akuatik lainnya. Kelarutan oksigen dipengaruhi oleh faktor suhu dan setiap spesies biota akuatik mempunyai kisaran toleransi yang berbeda terhadap konsentrasi oksigen terlarut di suatu perairan. Beberapa makrozoobentos yang sering dijadikan indikator kualitas lingkungan seperti *Chironomus* yang mampu hidup pada perairan dengan kadar oksigen rendah dan hewan bentos dari kelompok *Ephemeroptera*, *Plecoptera* umumnya ditemukan pada perairan dengan kadar oksigen yang tinggi (Moss, 1980).

#### 2.3.2.3 Zat Hara Terlarut

Zat hara terlarut merupakan faktor penting dalam menentukan kehadiran dan kepadatan hewan bentos. Pada perairan yang mengandung unsur Ca tinggi sering ditemukan hewan bentos dari golongan Mollusca, unsur ini digunakan untuk pembentukan cangkang (Hynes, 1978; Hawkes, 1979).

### III. PELAKSANAAN PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian lapangan (pengambilan sampel makrozoobentos dan pengukuran dan pengambilan sampel fisika dan kimia air) dilakukan di Sungai Batang Arau Kota Padang yang menuju ke Banda Bakali dan bermuara di Pantai Purus dari bulan Agustus, Oktober dan November 2010. Kemudian dilanjutkan dengan identifikasi sampel, pengukuran beberapa fisika kimia air dan analisis data di Laboratorium Ekologi Hewan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas Padang.

#### 3.2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode survey. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode sistematik sampling di lima Stasiun pengamatan. Setiap Stasiun di ambil sebanyak 5 sampel pada titik yang berbeda. Sampel dikoleksi pada bulan Agustus, Oktober dan November 2010. Stasiun pengambilan sampel yaitu :

1. Stasiun 1 : Kampung Jua dengan jarak lebih kurang 2 km diatas pabrik  
(sebelum bertemu dengan aliran limbah) Pabrik Karet PT. Teluk  
Luas (S  $00^{\circ}57.559'$  – E  $100^{\circ}25.260'$ ).
2. Stasiun 2 : Ujung Tanah lebih kurang 100 m (setelah menerima) dari aliran  
limbah karet Pabrik Karet PT. Batang Hari Barisan.  
(S  $00^{\circ}57.718'$  – E  $100^{\circ}23.822'$ )
3. Stasiun 3 : Marapalam lebih kurang 2 km dari Stasiun 2 (S  $00^{\circ}56.952'$  –  
E  $100^{\circ}23.210'$ )

4. Stasiun 4 : Simpang Haru lebih kurang 2 km dari Stasiun 3 (S  $00^{\circ}56.391'$  – E  $100^{\circ}22.581'$ )
5. Stasiun 5 : Jati, sebelum Jembatan Alai lebih kurang 2 km dari Stasiun 4 (S  $00^{\circ}55.779'$  – E  $100^{\circ}22.223'$ )

### 3.3. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Surber Net ukuran  $30 \times 30 \text{ cm}^2$ , GPS, saringan Tyler standar ukuran mesh  $250 \mu\text{m}$ , sikat kawat, termometer Hg, Current Meter, Erlenmeyer 100 ml, botol sampel air 250 ml, box ice ukuran 18 liter, ember, perangkat titrasi, pipet volumetrik volume 10 ml, kantong plastik, mikroskop binokuler, kamera digital, oven, pinset, kuas, pipet tetes, Petridish, botol koleksi, baki plastik, selotip, meteran, label, dan alat-alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan adalah formalin 40 %, alkohol 70 %, larutan  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{KOH/KI}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, Phenolptalin 0,5 %, Amilum 1 %, Natrium Thiosulfat 0,025 N dan NaOH 0,022 N, kertas saring Whatman No. 1, kertas pH Universal, dan aquadest.

### 3.4. Cara Kerja

#### 3.4.1. Di Lapangan

##### 3.4.1.1. Pengambilan Sampel Makrozoobentos

Sampel bentos dikoleksi dengan metode kuadrat menggunakan Surber Net. Surber Net diletakkan pada dasar sungai dengan posisi mulutnya berlawanan dengan arah arus sungai (ke arah hulu). Batu-batu, kerikil, pasir dan benda lainnya yang terdapat didalam bingkai kuadrat tersebut diangkat dan dimasukkan ke dalam ember serta



makrozoobentos yang menempel pada batu dilepaskan dengan sikat, kuas dan pinset. Selain dari substrat di atas yang masih berada dalam bingkai kuadrat diaduk untuk memastikan makrozoobentos yang ada dalam substrat dapat tertampung ke dalam Surber Net lalu dipindahkan ke dalam ember.

Sampel yang terkumpul dalam ember disaring dengan saringan ukuran mesh 250  $\mu\text{m}$ . Sampel yang tersaring dimasukan ke dalam botol koleksi dan ditambahkan formalin 40 % sampai konsentrasi air dalam sampel menjadi 4% dan diberi label.

#### 3.4.1.2. Pengukuran Faktor Fisika Kimia Air

Pengamatan dan pengukuran faktor fisika kimia air dilakukan sebelum pengambilan sampel hewan bentos pada setiap stasiun dan setiap waktu pengamatan. Faktor fisika kimia air yang diukur dan cara kerjanya adalah:

1. Suhu air diukur dengan menggunakan Termometer Hg

Termometer dicelupkan ke dalam air lebih kurang selama 5 menit dan dilihat nilai suhu pada skala termometer tersebut lalu dicatat.

2. Kecepatan arus air dengan Currentmeter

Tombol power Current Meter dihidupkan dan setelah monitornya tampak lalu dibuka tutup baling-balingnya dan dimasukan ke dalam air yang akan diukur kecepatan arusnya. Kecepatan arus yang ditunjukkan oleh Current Meter pada monitornya dicatat dan pencatatan dilakukan sebanyak 10x pengulangan. Nilai yang ditampilkan oleh Current Meter masih berupa nilai dalam satuan rpm dan nilai tersebut harus diubah menjadi cm/detik dengan angka konversi melalui persamaan berikut;

$$Y = 0,0150 X + 5,08$$

Ket : Y = Kecepatan arus (cm/dtk)

$$X = \text{rpm}$$

3. Kedalaman sungai pada titik pengambilan sampel dengan tongkat berskala. Pengukuran kedalaman titik pengambilan sampel menggunakan tongkat berskala. Tongkat tersebut dimasukan tegak lurus sampai ke dasar sungai pada titik pengambilan sampel. Kedalaman air dapat diketahui dari jarak dasar sampai permukaan air.

4. pH air dengan kertas pH Universal

Kertas pH Universal dicelupkan ke dalam air di tempat pengambilan sampel selama beberapa saat. Kemudian nilai pH dapat diketahui setelah mencocokkan warna dari kertas pH yang dicelupkan tadi dengan warna indikator pH.

5. O<sub>2</sub> terlarut dengan metoda Winkler (Michael, 1984)

Air diambil sekitar dasar pada titik tempat pengambilan sampel bentos dengan menggunakan botol sampel ukuran 250 ml tanpa ada gelembung udara lalu ditutup. Ke dalam botol ditambahkan 1 ml MnSO<sub>4</sub> dan 1 ml KOH/KI dikocok sampai homogen dan dibiarkan 10 menit sampai terbentuk endapan. Setelah itu ditambahkan 1 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, dikocok sampai semua endapan larut. Diambil sebanyak 100 ml air sampel dan dimasukan ke dalam Erlenmeyer ukuran 250 ml lalu dititrasi dengan larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,025 N sampai berwarna kuning muda. Setelah itu ditambahkan 5 tetes amilum 1% dan dititrasi lagi sampai larutan sampel tepat bening. Kemudian dicatat volume Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang terpakai. Titrasi pada tiap stasiun dilakukan 2 kali lalu nilainya dirata-ratakan. Kadar O<sub>2</sub> dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{ppm O}_2 = \frac{\text{ml titran} \times \text{N titran} \times 8 \times 1000}{\text{ml sampel} \left( \frac{\text{vol. botol} - 2}{\text{vol. botol}} \right)}$$

(Wetzel dan Linkens, 1990)



Hasil pengukuran  $O_2$  terlarut disetiap stasiun dapat digunakan sebagai DO awal untuk penentuan nilai  $BOD_5$ .

#### 6. $CO_2$ bebas dalam air dengan metoda titrasi dengan NaOH

Sampel air diambil di dekat dasar pada titik tempat pengambilan sampel bentos dengan menggunakan botol sampel air ukuran 250 ml. Sebanyak 100 ml air sampel dimasukan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 10 tetes phenolptalin (pp) 1%. Kemudian dititrasi dengan larutan NaOH 0,02 N sampai tepat pink. Lalu dicatat NaOH yang terpakai. Kandungan  $CO_2$  dihitung dengan rumus:

$$\text{ppm } CO_2 = \frac{\text{ml titran} \times N \text{ titran} \times 44000}{\text{ml sampel}}$$

(Michael, 1984)

Selain itu, juga dilakukan pengambilan sampel air untuk analisis  $BOD_5$  menggunakan botol gelap sedangkan kandungan zat padat tersuspensi (TSS) dan kadar nitrat terlarut masing-masing menggunakan botol volume 1 liter. Pengerjaan selanjutnya dilakukan di Laboratorium Ekologi Hewan untuk BOD dan TSS, sementara analisis nitrat dilakukan di Laboratorium Air Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas.

### 3.4.2. Di Laboratorium

#### 3.4.2.1. Pengerjaan Sampel Makrozoobentos

Sampel makrozoobentos yang telah dikoleksi dibawa ke laboratorium untuk disortir, diidentifikasi dan dihitung jumlahnya. Pengamatan morfologi dan karakter hewan bentos menggunakan mikroskop binokuler dan identifikasi dilakukan sampai tingkat



genus menggunakan buku acuan sebagai berikut: Quigley (1977), Pennak (1978), Merrit dan Cummins (1984) dan Klemm (1995).

#### 3.4.2.2. Pengukuran BOD<sub>5</sub> (*Biological Oxygen Demand*)

Air sampel BOD yang sudah diinkubasi pada suhu 20°C selama 5 hari diukur nilai oksigennya. Pengukuran oksigen 5 hari ini menggunakan titrasi Winkler seperti yang sudah dijelaskan pada pengukuran oksigen terlarut di atas. Nilai BOD<sub>5</sub> ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{BOD}_5 = \text{DO}_0 - \text{DO}_5$$

Keterangan: DO<sub>0</sub> = Kadar oksigen terlarut awal saat pengambilan sampel

DO<sub>5</sub> = Kadar oksigen terlarut pada hari kelima

(Wetzel dan Linkens, 1990)

#### 3.4.2.3. Pengukuran Zat Padat Tersuspensi (*Total Suspended Solid*)

Sebanyak 1000 ml air sampel untuk pengukuran zat padat tersuspensi (TSS) disaring dengan kertas saring Whatman No. 1 yang sudah diketahui berat keringnya, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama satu jam. Kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Kertas saring berisi bahan TSS tadi dikeringkan kembali selama satu jam dan ditimbang. Pekerjaan ini dilakukan berulang kali sampai berat kertas saring berisi bahan TSS konstan. Nilai kandungan zat padat tersuspensi diketahui dengan menghitung nilai selisih antara berat kertas saring berisi partikel yang telah dikeringkan dengan berat kering kertas saring awal (sebelum disaring bahan TSS) dibagi dengan volume air sampel. Nilai TSS dinyatakan dalam satuan mg/l, dengan rumus:

$$TSS = \frac{W_2 - W_1}{V}$$

Keterangan:  $W_1$  = Berat kertas saring sebelum penyaringan (mg)

$W_2$  = Berat kertas saring setelah penyaringan (mg)

$V$  = Volume air yang disaring (l)

(Wetzel dan Linkens, 1990)

### 3.5. Analisis Data

#### 3.5.1. Komposisi Komunitas Makrozoobentos

##### 3.5.1.1. Kepadatan Populasi (K)

$$K = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas unit sampling (m}^2\text{)}} \quad (\text{Michael, 1984})$$

##### 3.5.1.2. Kepadatan Relatif (KR)

$$KR = \frac{\text{Kepadatan suatu jenis}}{\text{Kepadatan seluruh jenis}} \times 100 \% \quad (\text{Michael, 1984})$$

##### 3.5.1.3. Frekuensi Kehadiran (FK)

$$FK = \frac{\text{Jumlah unit sampel yang ditempati suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh unit sampel}} \times 100 \% \quad (\text{Michael, 1984})$$

### 3.5.2. Struktur Komunitas Makrozoobentos

#### 3.5.2.1. Indeks Diversitas ( $H'$ )

Keanekaragaman genus hewan bentos dianalisis menggunakan Indeks Diversitas Shannon-Wiener, yaitu :

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

Dimana  $H'$  = Indeks Diversitas Shanon-Wiener

$P_i$  = Proporsi genus ke  $i$  ( $n/N$ )

$S$  = Jumlah genus

(Dood, 2002)

Untuk mengetahui perbedaan Indeks Diversitas keanekaragaman makrozoobentos pada masing-masing stasiun dilakukan uji t (Poole, 1974) dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Var}(H') = \frac{\sum_{i=1}^S p_i \ln^2 p_i - \left( \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \right)^2}{N}$$

$$T \text{ hitung} = \frac{(H'_1 - H'_2)}{[ \text{Var}(H'_1) + \text{Var}(H'_2) ]^{1/2}}$$

Dengan derajat bebas :

$$df = \frac{[ \text{Var}(H'_1) + \text{Var}(H'_2) ]^2}{\frac{\text{Var}(H'_1)^2}{N_1} + \frac{\text{Var}(H'_2)^2}{N_2}}$$



Dimana :  $H'$  = Indek Diversitas Shanon-Wiener

$N$  = Jumlah individu

$Var$  = Varian

$df$  = Derajat bebas

Dengan hipotesa  $H_0 : H_1 = H_2$ . Jika  $t$  hitung lebih kecil dari  $t$  tabel ( $t_{hit} < t_{tab}$ )

hipotesa  $H_0$  diterima dan sebaliknya jika  $t$  hitung lebih besar dari  $t$  tabel ( $t_{hit} > t_{tab}$ )

maka hipotesa  $H_0$  ditolak.

### 3.5.2.2. Indeks Equitabilitas

$$E = \frac{H'}{H_{maks}} \quad H_{maks} = \ln(S)$$

Keterangan :  $E$  = Indeks ekuitabilitas

$H'$  = Indeks diversitas

$S$  = Jumlah genus

(Dood, 2002)

### 3.5.2.3. Indeks Kesamaan Sorensen

$$Q/S = \frac{2J}{A+B} \times 100\%$$

Keterangan :  $Q/S$  = Indeks Similaritas Sorensen.

$J$  = Jumlah jenis yang sama pada dua lokasi.

$A$  = Jumlah Jenis pada komunitas A.

$B$  = Jumlah Jenis pada komunitas B.

Dua komunitas dikatakan berbeda bila Indeks Similaritasnya kecil dari 50%.

(Kendeigh, 1980)

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian mengenai komunitas makrozoobentos yang telah dilakukan di Sungai Batang Arau yang bermuara ke pantai Purus sebelum dan setelah menerima limbah karet Kota Padang diperoleh hasil sebagai berikut :

##### 4.1. Faktor Fisika Kimia Air

Hasil pengukuran beberapa faktor fisika kimia air Sungai Batang Arau Kota Padang sebelum dan setelah menerima limbah karet (PT. Teluk Luas dan PT. Batang Hari Barisan) selama 3 periode dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor Fisika Kimia Air Sungai Batang Arau Sebelum dan Setelah Menerima Limbah Pabrik Karet

Parameter	Agustus					Oktober					November				
	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5
Suhu air(°C)	25	26	26	26	25	25	26	25	25	24	25	26,5	25	26	24
TSS(mg/l)	23	30	37	37	55	24,5	35	32	37	50	24,5	34	39	37	42
pH	6	6	6	6,5	6,5	6	6	6	6,5	6,5	6	6	6	6,5	6,5
CO <sub>2</sub> (ppm)	0,44	1,32	0,88	0,88	1,32	0,16	0,88	0,88	0,792	0,44	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
O <sub>2</sub> (ppm)	7,06	6,04	6,58	5,85	6,75	6,55	6,55	7,96	6,25	6,25	7,66	6,04	6,55	7,35	7,05
BOD <sub>5</sub> (ppm)	0,4	0,6	0,81	0,81	1,01	0,4	0,4	0,2	0,4	0,6	0,3	0,5	0,6	0,6	0,81
NH <sub>3</sub> N(mg/l)	0,079	1,265			0,568										
Kecepatan arus(cm/det)	41,5	16,9	13,8	29	23,5	47,01	13,8	18,8	26,44	17,01	28,96	12,57	18,24	21,76	19,79
Kedalaman sungai(cm)	50	45	34	25	43	58	104	51	62	63	62	104	40	68	60
Substrat	B/P/K	B/P/L	B/K/L	B/K/L	B/K/L	B/P/K	B/P/L	B/K/L	B/K/L	B/K/L	B/P/K	B/P/L	B/K/L	B/K/L	B/K/L

Ket : St 1 : Kampung Jua (sebelum menerima limbah karet)

St 2 : Ujung Tanah, St 3 : Marapalam, St 4 : Simpang Haru, St 5 : Jati (setelah menerima limbah karet)

B : Batu, P : Pasir, L : Lumpur, K : Kerikil.

Dari Tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa suhu air di Sungai Batang Arau Kota Padang baik sebelum menerima limbah karet maupun setelah menerima limbah karet dari bulan Agustus sampai November bervariasi, yaitu berkisar dari 24–26,5°C. Suhu air yang diukur ini masih berada dalam kisaran optimum bagi kehidupan



makrozoobentos. Nybakken (1988) menyatakan bahwa suhu optimum bagi kehidupan bentos adalah antara 20–30°C.

Dari ketiga waktu pengamatan, suhu paling tinggi terdapat pada Stasiun 2 (setelah menerima limbah karet). Hal ini disebabkan karena pengukuran dilakukan pada pukul 12.30 dengan cuaca yang cerah serta tak adanya vegetasi yang menaungi badan perairan pada stasiun tersebut. Tingginya nilai suhu pada Stasiun 2 (setelah menerima limbah karet) ini juga mungkin disebabkan oleh air dari *out flow*. Air limbah dari pabrik karet ini memiliki suhu lebih tinggi dari lingkungan sekitarnya atau masih membawa berbagai bahan nutrisi (terlarut atau berupa padatan) masuk ke dalam badan sungai. Bahan yang masuk ke dalam sungai tersebut akan mengalami degradasi/oksidasi atau meningkatkan proses metabolisme komunitas untuk menghasilkan energi sehingga dapat menyebabkan suhu air menjadi meningkat.

Sementara ke arah hilir tampak terjadi penurunan nilai suhu yang mungkin disebabkan akibat terjadinya "*recovery*" oleh masukan air dari daerah sekitarnya atau mungkin akibat dari perbedaan waktu pengukuran. Pada pengamatan bulan Oktober dan November suhu pada stasiun 5 rendah yaitu 24°C. Hal ini disebabkan karena pengukuran dilakukan pada sore hari, pada saat itu kondisi cuaca mendung, maka cahaya matahari yang berpenetrasi ke dalam air sedikit sehingga sedikit pula energi cahaya yang dikonversikan menjadi panas dalam air. McNeely, Neimanis dan Dwyer, (1979) mengatakan bahwa nilai suhu air pada sungai dapat dipengaruhi oleh ketinggian, sudut elevasi, cuaca dan waktu harian, kecepatan aliran air, kedalaman dan beberapa faktor lainnya.

Pada umumnya peningkatan suhu air sampai skala tertentu akan mempercepat proses metabolisme organisme perairan. Tinggi rendahnya suhu di suatu badan perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor lingkungan dominan yang mempengaruhi kondisi suhu air adalah lamanya dan besarnya intensitas cahaya yang



berpenetrasi ke dalam badan perairan. Semakin tinggi intensitas cahaya yang masuk ke dalam air maka semakin banyak pula energi cahaya yang dapat diterima atau diubah menjadi panas. Selain itu juga dipengaruhi oleh kondisi sungainya seperti kedalaman sungai dan kualitas air sungai. Jika badan perairan tersebut dangkal dan tenang akan semakin cepat meningkatnya energi panas dalam air sehingga suhu di perairan tersebut akan semakin tinggi (Welch dan Lindell, 1980).

Total Suspended Solid atau TSS merupakan salah satu parameter fisika yang menunjukkan banyaknya bahan-bahan atau material tersuspensi dalam air. Material tersuspensi tersebut dapat berupa material biotik seperti mikroalga dan material abiotik seperti pasir, lumpur dan detritus serta bahan-bahan tererosi dari daratan (Allan, 1995).

Pada setiap waktu pengamatan nilai TSS paling rendah di Stasiun 1 (sebelum menerima limbah karet) dan paling tinggi di Stasiun 5 (setelah menerima limbah karet). Pada pengamatan bulan Agustus rendahnya nilai TSS di Stasiun 1 (sebelum menerima limbah) karena areal sungai masih sedikit menerima masukan limbah dibandingkan setelah menerima aliran limbah seperti terjadi di Stasiun 5.

Kadar Total Suspended Solid (TSS) di Batang Arau cenderung meningkat ke arah hilir. Nilai TSS yang didapatkan di setiap Stasiun pada 3 kali pengamatan berkisar dari 23 mg/l sampai 55 mg/l. Nilai TSS yang didapatkan masih dibawah baku mutu air untuk kelas II dengan nilai 50 mg/l tapi pada Stasiun 5 didapatkan nilai TSS yang melebihi baku mutu dengan nilai 55 mg/l. Tingginya kadar TSS di Stasiun 5 mungkin akibat masukan limbah secara akumulatif yang berasal dari stasiun-stasiun sebelumnya dan ditambah pula oleh aliran rumah tangga dan pasar Alai dari areal sekitarnya. Sumber utama bahan-bahan tersuspensi ini umumnya berasal dari bahan allochthonous (terrestrial) seperti bahan-bahan tererosi dari proses "land clearing", bahan buangan rumah tangga, limbah pertanian, limbah

pertambangan dan bahan buangan industri termasuk juga pengolahan karet (Goldman dan Horne, 1983).

Banyaknya bahan tersuspensi dalam air dapat digunakan sebagai ukuran dalam menentukan tingkat kekeruhan air atau dapat pula dijadikan sebagai indikator kualitas air (Allan, 1995). Pitwell dan Hawkes (1976 *cit.* Rakhman, 2006) menyatakan bahwa tingginya kandungan bahan padatan tersuspensi dalam air dapat menghambat penetrasi cahaya dan menghambat proses kehidupan produsen perairan dan mempengaruhi rantai makanan. Jika bahan tersuspensi tersebut mengendap pada dasar perairan tentu akan dapat mempengaruhi jenis dan kelimpahan makrozoobentos yang hidup di dasar perairan.

Derajat keasaman atau pH merupakan parameter kimia yang penting dan merupakan faktor pembatas bagi kehidupan organisme akuatik. Setiap organisme akuatik memiliki kisaran toleransi tertentu terhadap pH. Batas toleransi tersebut tergantung pada suhu air, oksigen terlarut, adanya anion dan kation, serta jenis organisme (Goldmand dan Horne, 1983).

Hasil pengukuran pH selama penelitian baik sebelum menerima limbah karet maupun setelah menerima limbah karet masih berada pada kondisi normal yaitu berkisar pH 6-6,5. Kisaran nilai pH ini masih berada dalam nilai ambang baku mutu air untuk kelas II yaitu 6-9 dan juga masih dapat ditolerir oleh organisme bentos pH yang dapat ditolerir oleh bentos berkisar 4,5-8,5 (Welch and Lindell, 1980).

Nilai pH dalam perairan sangat tergantung pada kapasitas penyangga ("buffer"). Pada umumnya kapasitas penyangga tersebut disebabkan adanya garam-garam karbonat dan bikarbonat yang berfungsi untuk memperkecil perubahan pH dalam air. Keseimbangan garam-garam ini dapat dipengaruhi oleh konsentrasi  $\text{CO}_2$  dan proses fotosintesis vegetasi akuatik (Allan, 1995).



Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang terkandung di dalam air dapat menjadi ukuran dalam menentukan kualitas perairan. Tinggi rendahnya konsentrasi  $\text{CO}_2$  bebas dalam perairan dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain akibat tingginya aktivitas respirasi organisme dan banyak beban yang diterima sungai tersebut berupa limbah organik dan bahan buangan lainnya serta adanya proses difusi antara udara dan permukaan air.

Kandungan  $\text{CO}_2$  bebas di lokasi penelitian berkisar antara 0,16–1,32 ppm dan cenderung meningkat dari stasiun yang belum menerima limbah karet sampai ke stasiun setelah menerima limbah karet sampai ke hilir. Kandungan karbondioksida tertinggi didapatkan pada stasiun berbeda pada masing-masing periode pengamatan.

Tingginya kandungan  $\text{CO}_2$  bebas ke arah hilir menunjukkan tingginya proses oksidasi baik secara kimia atau biologis dalam proses degradasi limbah atau recovery kondisi perairan setelah kegiatan pabrik karet. Dalam proses penguraian limbah membutuhkan  $\text{O}_2$  yang lebih banyak dan menghasilkan  $\text{CO}_2$  yang lebih banyak pula. Michael (1984) menyatakan bahwa hasil dekomposisi bahan organik dan pernafasan bakteri, tumbuhan air dan hewan dapat meningkatkan karbondioksida di perairan.

Oksigen terlarut merupakan faktor pembatas utama bagi kehidupan akuatik karena dibutuhkan untuk proses pernafasan organisme akuatik. Sumber oksigen dalam perairan terutama berasal dari proses fotosintesis komunitas tumbuhan akuatik, selain itu berasal dari proses difusi oksigen dari udara ke air.

Hasil pengukuran kadar oksigen  $\text{O}_2$  terlarut pada lokasi penelitian berkisar antara 5,85–7,06 ppm pada bulan Agustus berkisar dari 6,25–7,96 ppm pada bulan Oktober dan 6,04–7,66 ppm pada bulan November. Kadar oksigen tertinggi diperoleh pada Stasiun 3 bulan Oktober. Tingginya kadar  $\text{O}_2$  pada stasiun ini karena adanya tanaman akuatik *Hydrilla*, sehingga hasil fotosintesisnya menghasilkan sumbangan  $\text{O}_2$  dalam perairan.



Dari ketiga waktu pengamatan, kadar  $O_2$  terlarut cenderung lebih tinggi di Stasiun 1. Hal ini disebabkan karena kondisi sungai berarus agak deras yang menyebabkan terjadi turbulensi air. Akibatnya oksigen dari udara akan lebih mudah berdifusi ke dalam air dari pada sungai berarus lambat. Goldman dan Horne (1983) dan Allan (1995) mengatakan bahwa pada sungai berarus relatif cepat seperti di daerah hulu cenderung memiliki kontribusi  $O_2$  terlarut lebih besar daripada sungai berarus lambat. Dalam sungai berarus kuat akan terjadi turbulensi air sehingga  $O_2$  lebih mudah terdifusi dari udara ke dalam air. Sebaliknya pada sungai berarus lambat proses difusi oksigen dari udara ke dalam air lebih rendah. Selain dari faktor di atas tingginya kadar oksigen pada Stasiun 1 mungkin juga disebabkan masukan limbah dari daerah sekitarnya atau sebelumnya lebih sedikit dibandingkan dengan Stasiun bagian hilir yang menerima limbah karet karena itu belum banyak menguras kandungan oksigen terlarut dalam air.

Sementara kadar  $O_2$  terlarut semakin ke hilir cenderung menurun. Rendahnya kandungan  $O_2$  disebabkan oleh banyaknya masukan limbah yang berasal dari stasiun-stasiun sebelumnya sehingga organisme pengurai dan organisme yang teradaptasi di habitat tersebut membutuhkan banyak oksigen untuk penguraian limbah dan pernafasannya. Setiap spesies biota akuatik mempunyai kisaran toleransi yang berbeda-beda terhadap konsentrasi oksigen terlarut dalam suatu perairan. Spesies yang mempunyai kisaran toleransi lebar terhadap oksigen penyebarannya luas dan spesies yang mempunyai kisaran toleransi sempit hanya terdapat ditempat-tempat tertentu (Odum, 1998). Kadar  $O_2$  yang dipersyaratkan sesuai dengan PP no.82 tahun 2001 untuk baku mutu kelas II yaitu 4 ppm sedangkan hasil yang didapatkan dari penelitian nilai  $O_2$  lebih dari 4 ppm. Hal ini berarti bahwa badan perairan masih memiliki kandungan  $O_2$  yang cukup untuk kehidupan organisme yang hidup didalamnya salah satunya makrozoobentos.

Selain  $O_2$  terlarut, nilai BOD juga dapat menentukan tingkat kualitas perairan. BOD merupakan banyaknya oksigen yang digunakan oleh mikroba (bakteri aerob) untuk merombak bahan organik di dalam perairan (Michael, 1994). Nilai BOD yang didapatkan pada lokasi penelitian berkisar antara 0,2-1,01 ppm. Nilai BOD5 yang didapatkan ini masih berada dalam kualitas baik (Mahida, 1993) atau berada dalam kisaran nilai baku mutu air kelas II yaitu dengan nilai maksimum 3 ppm. Nilai BOD yang didapatkan cenderung meningkat dari hulu hingga ke hilir. Tingginya nilai BOD5 ke arah hilir menunjukkan bahwa pemanfaatan oksigen terlarut oleh organisme dalam menguraikan limbah organik semakin banyak. Pada perairan tercemar organik banyak terdapat bakteri yang membutuhkan oksigen untuk menguraikan bahan pencemaran tersebut.

Salah satu bentuk senyawa-senyawa nitrogen yang terdapat dalam air adalah dalam bentuk senyawa nitrat. Sumber senyawa nitrogen dalam bentuk nitrat ini sebagian besar berasal dari limbah organik yang mengandung protein yang diuraikan oleh sejumlah mikroba melalui proses amonifikasi, nitrifikasi dan denitrifikasi. Nitrat terbentuk dari proses nitrifikasi oleh bakteri aerob yang merupakan proses akhir dari oksidasi limbah organik yang mengandung nitrogen di dalam air (Michael, 1984 dan Allan, 1995).

Kadar nitrat yang diukur hanya pada beberapa Stasiun saja dan pada bulan Agustus sudah melihat kecenderungan kandungan nitrat sebelum menerima limbah setelah dan setelah menerima limbah cenderung menurun ke arah hilir. Kadar nitrat pada Stasiun 1 (sebelum menerima limbah karet) 0,079 mg/l, pada Stasiun 2 (setelah menerima limbah karet) 1,265 mg/l dan pada Stasiun 5 (bagian hilir, setelah menerima limbah karet) 0,568 mg/l. Nilai yang didapatkan masih memenuhi kriteria baku mutu air kelas II sesuai PP no.82 tahun 2001 dengan nilai 10. Dibandingkan dengan data sekunder yang diambil dari Bapedalda (2010) dimana nilainya 7,101



mg/l pada bulan Agustus, 6,099 mg/l pada bulan September, dan 10,41 mg/l pada bulan Oktober, kadar nitrat pada penelitian ini lebih rendah.

Dari data (Tabel 1) diatas tampak bahwa kadar nitrat pada Stasiun sebelum memasuki kawasan Pabrik Karet lebih rendah dari pada Stasiun setelah menerima aliran air dari Pabrik Karet. Kadar nitrat juga makin berkurang ke arah hilir dari aliran air pabrik. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa terjadi recovery limbah pabrik ini ke arah hilir sungai. Hal ini mungkin disebabkan adanya proses pengenceran limbah dari air sungai atau mungkin juga terpakai oleh mikroorganisme autotrof seperti perifiton atau vegetasi akuatik lainnya untuk pertumbuhanya, sehingga semakin ke hilir kadar nitrat semakin rendah. Sepanjang aliran banjir kanal banyak dilekati oleh mikroalga berfilamen dari jenis *Spirogyra fluviatilis* dan *Cladophora fracta* (Afrizal dan Izmiarti, 2006), dari gambaran visual mikroalga perifiton berfilamen ini cukup banyak yang melekat substrat dasar sungai ini.

Keberadaan senyawa nitrat dalam perairan sangat penting untuk membantu pertumbuhan organisme akuatik terutama untuk pertumbuhan vegetasi akuatik (Allan, 1995). Konsentrasi nitrat yang tinggi di Batang Arau diduga karena banyaknya masukan limbah yang mengandung nitrogen (baik organik atau bukan) ke dalam sungai ini. Air sungai Batang Arau menjadi kotor karena banyak kotoran manusia (tinja) dan limbah domestik lainnya masuk ke sungai karena daerah sekitarnya memiliki aktivitas manusia yang cukup tinggi termasuk adanya pabrik pengolahan karet. Durum (1981, *cit.* Afrizal dan Izmiati, 2006) menyatakan bahwa aktivitas domestik memberikan kontribusi yang besar terhadap keberadaan senyawa nitrogen di dalam sungai yang di dalamnya termasuk senyawa nitrat.

Menurut Suriani (2000), air yang mengandung nitrat tinggi sering dijumpai di perairan dekat dengan pengolahan limbah karet. Konsentrasinya di dalam perairan akan semakin bertambah bila semakin dekat dari titik pembuangan (semakin



berkurang bila jauh dari titik pembuangan yang disebabkan aktivitas mikroorganisme). Mikroorganisme mengoksidasi amonium menjadi nitrit yang akhirnya menjadi nitrat.

Kecepatan arus dan substrat serta kedalaman air juga merupakan faktor penentu terhadap jenis dan kelimpahan makrozoobentos yang hidup di dasar perairan. Kecepatan arus pada masing-masing Stasiun dan waktu pengamatan cukup bervariasi. Dari nilai kecepatan arus yang diukur di lokasi penelitian termasuk sungai berkecepatan lambat sampai sedang berdasarkan kriteria arus sungai oleh Macon (1974 cit, Welch dan Lindell, 1980). Sungai yang memiliki arus kuat/kencang bila kecepatan arus sungainya  $> 100\text{cm/detik}$ , cepat ( $50\text{--}100\text{cm/detik}$ ), sedang ( $25\text{--}49,9\text{cm/detik}$ ), lambat ( $10\text{--}24,9\text{cm/detik}$ ) dan sangat lambat ( $<10\text{ cm/detik}$ ).

Selama tiga kali waktu pengamatan tampak bahwa kecepatan arus tertinggi didapatkan pada Stasiun 1 bulan Oktober, yaitu  $47,01\text{ cm/det}$ . Tingginya kecepatan arus di Stasiun 1 mungkin disebabkan kondisi fisik sungai relatif lebih curam dari Stasiun lain. Arus merupakan faktor penting bagi kehidupan organisme akuatik di dalam ekosistem sungai terutama komunitas bentik. Keberhasilan komunitas bentik untuk melekat dan tipe substrat yang dapat dilekatinya atau dihuninya dipengaruhi oleh kuat atau lemahnya arus (Lowe, 2000 dan Allan, 1995). Nilai kecepatan arus terendah didapatkan di dua Stasiun yang berbeda yaitu Stasiun 2 bulan November ( $12,57\text{ cm/det}$ ) dan Stasiun 3 bulan Agustus ( $13,8\text{ cm/det}$ ). Rendahnya nilai kecepatan arus pada stasiun di atas disebabkan karena kondisi perairannya relatif datar.

Kedalaman Sungai Batang Arau Kota Padang pada bulan Agustus berkisar antara  $25\text{--}50\text{ cm}$ , pada bulan Oktober berkisar antara  $51\text{--}104\text{ cm}$ , dan pada bulan November berkisar antara  $40\text{--}104\text{ cm}$ . Dapat dilihat pada tabel di atas, kedalaman sungai meningkat pada bulan Oktober dan bulan November. Hal ini disebabkan

karena tingginya curah hujan pada saat waktu pengamatan bulan Oktober dan bulan November tersebut. Selain itu seiring berjalannya waktu, mungkin juga disebabkan karena pengikisan pada dasar sungai, sehingga sungai menjadi lebih dalam.

Kondisi substrat ini didukung oleh kecepatan arus dan kedalaman sungai yang bervariasi. Sungai berarus deras cenderung memiliki substrat dasar berbatu atau berkerikil, sebaliknya sungai berarus lemah cenderung memiliki substrat dasar berpasir atau berlumpur. Pada lokasi penelitian umumnya memiliki substrat dasar beragam mulai berbatu sebelum memasuki wilayah Pabrik Karet (Stasiun 1) sampai berkerikil dan berpasir tertutupi lumpur setelah melewati Pabrik Karet (dari Stasiun 2 sampai 5). Stasiun 2 memiliki kedalaman sungai yang relatif dalam yaitu 104 cm, sedangkan pada Stasiun 3 sampai 4 kondisi sungai relatif dangkal memiliki substrat yang berbatu dan berpasir. Adanya perbedaan kondisi arus dan kondisi substrat akan dapat mempengaruhi jenis dan kelimpahan makrozoobentos yang hidup pada substrat tersebut. Kondisi substrat dasar berbatu akan dapat memperluas tempat hidup makrozoobentos yang menyukai hidup menempel.

#### 4.2. Komposisi Makrozoobentos Sebelum dan Setelah Menerima Limbah Karet di Sungai Batang Arau Kota Padang.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap makrozoobentos di Batang Arau sebelum dan setelah menerima limbah Pabrik Karet Teluk Luas dan Batang Hari Barisan secara keseluruhan didapatkan sebanyak 24 jenis dengan komposisi Gastropoda 6 jenis, Hirudinea 5 jenis, Insekta 11 jenis, Oligochaeta 2 jenis (Tabel 2). Pada Tabel 2 merupakan hasil rata-rata dari waktu pengamatan (Agustus, Oktober dan November) tersebut dapat juga diketahui bahwa kepadatan populasi sebelum dan setelah menerima limbah karet berkisar dari 646,84–1361,60 ind/m<sup>2</sup> dan jumlah jenis



berkisar dari 17–21 jenis. Kepadatan dan jumlah jenis yang tertinggi ditemukan pada Stasiun setelah menerima limbah karet (Stasiun 4) sedangkan kepadatan yang terendah pada Stasiun sebelum menerima limbah karet (Stasiun 1) dan jumlah jenis terendah pada Stasiun 2 (setelah menerima limbah karet).

Kepadatan populasi yang tinggi diseluruh Stasiun baik sebelum maupun setelah menerima limbah karet ditunjukkan oleh kelas Insekta, Gastropoda dan Hirudinea namun kepadatan masing-masingnya pada Stasiun sebelum menerima limbah karet lebih rendah daripada setelah menerima limbah karet.

Tingginya kepadatan populasi Insekta diseluruh Stasiun penelitian disebabkan karena Sungai Batang Arau merupakan perairan mengalir yang memiliki substrat yang berbatu dan berpasir. Pennak (1978) menyatakan bahwa pradewasa kelas Insekta termasuk anggota makrozoobentos yang paling umum menghuni perairan mengalir, substrat berbatu, berpasir, berlumpur. Insekta mampu beradaptasi pada sungai yang beraliran deras. Bentuk adaptasi Insekta terhadap aliran deras tersebut adalah tubuh yang pipih, mempunyai cakar yang kuat, mempunyai pelindung berupa tabung atau case dan mempunyai kaki yang memiliki alat penghisap (Merrit dan Cummins, 1974). Beberapa larva serangga dari jenis-jenis tertentu mampu hidup pada perairan yang sudah tercemar (Williams dan Felmate, 1992).

Jenis-jenis Insekta yang ditemukan umumnya jenis yang menempel pada permukaan batu dan mampu hidup pada batu berlumpur sedangkan Gastropoda dan Hirudinea yang ditemukan adalah dari jenis yang biasa hidup pada perairan yang terkontaminasi oleh limbah organik dan jenis-jenis Gastropoda yang biasa hidup di daerah muara.

Selain Insekta, kelompok yang banyak ditemukan adalah Gastropoda dan Hirudinea. Koperski (2005) menyatakan bahwa Hirudinea adalah salah satu



kelompok hewan air tawar yang terdapat di perairan beraliran lambat. Kelompok kelas Gastropoda dan Hirudinea banyak ditemukan karena substrat Sungai Batang Arau bagian hilir ini umumnya berbatu dan berlumpur. Afrizal dan Izmiarti (2006) mengatakan pada substrat dasar yang berbatu bercampur lumpur memiliki kandungan organik substrat yang relatif tinggi. Kondisi ini mendukung perkembangan dan pertumbuhan Gastropoda dan Hirudinea.

Menurut Winarno, Astim dan Setyawan (2000), makrozoobentos yang terdapat di habitat perairan tawar umumnya didominasi oleh jenis-jenis dari kelas Insekta, Gastropoda dan Hirudinea. Distribusi, keanekaragaman dan kelimpahan jenis dari masing-masing kelompok tersebut berbeda-beda tergantung pada faktor lingkungannya. Kelompok Insekta lebih menyukai sungai dengan substrat berbatu dan berarus deras, tetapi kelompok Gastropoda dan Hirudinea yang hidup sebagai bentos sering ditemukan pada sedimen yang berlumpur dan tercemar bahan organik.

Kepadatan total tertinggi didapatkan pada Stasiun 4 (setelah menerima limbah karet). Hal ini disebabkan karena adanya masukan limbah rumah tangga yang berasal dari pemukiman yang cukup padat di Stasiun 4. Air limbah rumah tangga biasanya mengandung bahan organik yang tinggi dan memberikan sumbangan makanan untuk berbagai jenis hewan bentos sehingga populasi hewan bentos di stasiun ini lebih berkembang daripada stasiun lainnya.

Kepadatan total terendah didapatkan pada Stasiun 1 (sebelum menerima limbah karet). Hal ini dikarenakan Stasiun 1 tersebut belum mendapat limbah karet dan limbah rumah tangga, sehingga hewan bentos yang hidup di daerah tercemar tidak berkembang dengan baik di sini. Ditambah lagi Stasiun 1 telah mengalami gangguan dari penambangan pasir dan batu yang mengakibatkan habitat hewan bentos terganggu sehingga kepadatan total dan jumlah jenis yang didapatkan rendah dibandingkan dengan stasiun lainnya.

Tabel 2. Kepadatan (ind/m<sup>2</sup>), Kepadatan Relatif (%), dan Frekuensi Kehadiran (%) Makrozoobentos pada masing-masing stasiun sebelum dan setelah menerima limbah karet di Sungai Batang Arau Kota Padang.

No	Kelompok/Jenis	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3		Stasiun 4		Stasiun 5		FK (%)
		K	KR	K	KR	K	KR	K	KR	K	KR	
I	<b>K. Gastropoda</b>	<b>113,57</b>	<b>20,14</b>	<b>113,57</b>	<b>14,86</b>	<b>153,07</b>	<b>11,98</b>	<b>117,27</b>	<b>11,84</b>	<b>171,59</b>	<b>18,76</b>	
	O. Mesogastropoda											
1	<i>Melanoides granifera</i>	55,55	12,26	70,36	9,20	111,10	9,24	75,30	7,67	129,62	14,15	100
2	<i>Melanoides tuberculata</i>	20,99	2,56	27,16	3,65	38,27	2,48	16,05	1,60	19,75	3,03	100
3	<i>Physa</i> sp.	4,94	0,60			1,23	0,08			2,47	0,10	60
4	<i>Pomacea</i> sp.	3,70	0,51					3,70	0,14	4,94	0,21	60
5	<i>Thiara scabra</i>	28,39	4,21	16,05	2,01	2,47	0,19	6,17	0,24	2,47	0,10	100
6	<i>Neritina</i> sp.							16,05	2,20	12,34	1,16	40
II	<b>K. Hirudinea</b>	<b>71,59</b>	<b>13,08</b>	<b>182,70</b>	<b>21,61</b>	<b>203,68</b>	<b>16,84</b>	<b>337,00</b>	<b>32,09</b>	<b>228,37</b>	<b>25,02</b>	
	O. Pharyngobdellida											
7	<i>Erpobdella</i> sp.	33,33	5,72	74,07	8,52	103,69	8,83	146,90	11,95	111,10	12,09	100
8	<i>Helobdella</i> sp.	35,80	6,84	93,82	11,30	74,07	6,15	140,73	13,32	117,27	12,93	100
9	<i>Helobdella fusca</i>					12,34	0,75	39,50	5,47			40
10	<i>Helobdella stagnalis</i>					3,70	0,23	4,94	0,68			40
11	<i>Desserobdella</i> sp.	2,47	0,52	14,81	1,79	9,88	0,88	4,94	0,66			80
III	<b>K. Insecta</b>	<b>445,64</b>	<b>62,22</b>	<b>469,04</b>	<b>58,74</b>	<b>931,99</b>	<b>71,18</b>	<b>838,19</b>	<b>46,57</b>	<b>881,38</b>	<b>55,63</b>	
	O. Coleoptera											
12	<i>Stenelmis</i> sp.			14,81	1,65	3,70	0,33	2,47	0,22	3,70	0,15	80
13	<i>Promoesia</i> sp.	2,47	0,34	2,47	0,34							40
	O. Diptera											
14	<i>Polypedilum</i> sp.	49,38	7,33	69,13	9,05	113,57	8,18	79,01	4,23	118,51	5,19	100
15	<i>Orthocladius</i> sp.	46,91	6,33	187,60	23,20	359,22	25,75	595,00	29,39	551,80	35,49	100
16	<i>Pentaneura</i> sp.	2,47	0,28	7,41	0,96	37,03	3,31	13,58	0,52	8,64	0,36	100
	Pupa chironomidae	45,67	6,07	12,34	1,59	48,14	3,31	39,50	3,30	38,27	2,53	100
	O. Ephemeroptera											
17	<i>Baetis</i> sp.	49,38	7,13	65,43	8,70	192,57	15,22	49,38	5,33	28,39	2,08	100
18	<i>Caenis</i> sp.	19,75	3,41	1,23	0,16	6,17	0,52			1,23	0,56	80
19	<i>Pseudocloeon</i> sp.	104,93	14,73	17,28	2,08	114,80	9,74	38,27	2,66	8,64	1,05	100
	O. Lepidoptera											
20	<i>Ecophyla</i> sp.	2,47	0,28	3,70	0,41	12,34	1,05	2,47	0,09	48,14	3,52	100
	O. Trichoptera											
21	<i>Hydropsyche</i> sp.					16,05	1,44	1,23	0,05	61,72	4,14	60
22	<i>Psychomyia</i> sp.	122,21	16,31	87,64	10,60	28,39	2,34	17,28	0,78	12,34	0,56	100
IV	<b>K. Oligochaeta</b>	<b>16,05</b>	<b>4,56</b>	<b>35,80</b>	<b>4,79</b>			<b>69,13</b>	<b>9,50</b>	<b>7,41</b>	<b>0,59</b>	
	O. Haplotaxida											
23	<i>Tubifex</i> sp.	16,05	4,56	35,80	4,79			18,52	2,49	7,41	0,59	80
24	Lumbricidae							50,61	7,01			20
<b>Total Kepadatan</b>		<b>646,84</b>	<b>100</b>	<b>801,20</b>	<b>100</b>	<b>1288,80</b>	<b>100</b>	<b>1361,60</b>	<b>100</b>	<b>1288,76</b>	<b>100</b>	



Jumlah Jenis	18	17	19	21	19	24
Ket : St 1 : Kampung Jua (sebelum menerima limbah karet), St 2 : Ujung Tanah, St 3 : Marapalam, St 4 : Simpang Haru, St 5 : Jati (setelah menerima limbah karet).						

Frekuensi kehadiran makrozoobentos di sungai yang diteliti ini berkisar dari 20-100%. Sebagian besar jenis-jenis makrozoobentos mempunyai frekuensi kehadiran 100%, terutama dari jenis Insekta, Gastropoda dan Hirudinea. Kondisi substrat yang berbatu diseluruh stasiun mendukung kehadiran jenis-jenis dari Kelas Insekta. Setelah masuknya limbah karet ke dalam sungai mengakibatkan substrat batu ditutupi lumpur yang mengandung bahan organik, substrat yang demikian sesuai untuk kehidupan Gastropoda dan Hirudinea. Kehadiran jenis makroinvertebrata bentos pada suatu perairan dipengaruhi oleh kualitas air dan kondisi substrat sebagai mikro habitatnya (Arisandi, 2001).

Adanya aliran air dari dua buah pabrik pengolahan karet PT. Teluk dan PT. Batang Hari Barisan diperkirakan dapat menambah muatan limbah ke dalam sungai dan mempengaruhi kondisi fisika kimia air dan kondisi substrat. Pada akhirnya akan mempengaruhi kehadiran makrozoobentos di sungai tersebut.

Kepadatan dan kepadatan relatif makrozoobentos di setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 2. Stasiun 1 berada di daerah Kampung Jua yang terletak kira-kira 2 km ke arah hulu (sebelum bertemu aliran limbah karet). Substrat dasar sungai terdiri dari batu, pasir dan kerikil dengan bagian pinggir sungai merupakan daerah persawahan dan pemukiman.

Pada Stasiun 1 kepadatan total makrozoobentos rata-rata 646,84 ind/m<sup>2</sup> terdiri 18 jenis. Spesies dominan yang ditemukan pada Stasiun 1 adalah *Psychomyia* sp. dari kelas Insekta dengan kepadatan 122,21 ind/m<sup>2</sup> (KR = 16,31 %) diikuti oleh *Pseudocloeon* sp. dengan nilai kepadatan 104, 93 ind/m<sup>2</sup> (KR = 14,73 %) dan *Melanoides granifera* dengan kepadatan 55,55 ind/m<sup>2</sup> (KR = 12,26 %).

Jenis dominan ditentukan berdasarkan kriteria yang digunakan oleh Rondo (1982) yang menyatakan bahwa suatu spesies dikatakan dominan apabila spesies tersebut mempunyai kepadatan relatif paling sedikit 10%. *Psychomia* sp. dan *Pseudocloeon* sp. adalah kelompok anggota dari Insekta sedangkan *Melanoides granifera* merupakan kelompok Gastropoda. Tingginya kepadatan *Psychomia* sp. dan *Pseudocloeon* sp. disebabkan kondisi fisika kimia perairan pada Stasiun 1 cocok bagi kehidupan makrozoobentos ini. Hal ini di dukung oleh Hynes (1976) dalam Wargadinata (1995), menyatakan bahwa *Psychomia* sp. dan *Pseudocloeon* sp. adalah hewan yang menyukai habitat sungai dengan substrat dasar berbatu dan beraliran cepat. Kedua jenis hewan bentos ini termasuk dalam kelompok grazer/scrapper yang mengikis material perifiton yang berasosiasi dengan substrat organik dan an organik seperti batu (Giller dan Malmqvist, 2003).

Stasiun II (Kampung Jua) daerah yang menerima aliran limbah pengolahan karet (PT. Teluk Luas dan PT. Batang Hari Barisan) yaitu kira-kira 100 m ke arah hilir dari pabrik PT Batang Hari Barisan. Kondisi sungai diperkirakan sudah mulai terganggu dengan adanya masukan limbah karet tersebut. Substrat dasar sungai terdiri dari batu, lumpur dan pasir.

Jumlah jenis yang ditemukan di Stasiun ini sedikit lebih rendah dari Stasiun 1 yaitu 17 jenis tetapi kepadatannya lebih tinggi dari Stasiun 1 yaitu 801,20 ind/m<sup>2</sup>. Dari 17 jenis yang ditemukan, 3 jenis diantaranya dominan. Dari jenis-jenis yang dominan tersebut 2 jenis diantaranya tidak dominan di Stasiun 1. *Orthocladius* sp. ditemukan dengan kepadatan 187,60 ind/m<sup>2</sup> dan kepadatan relatif 23.20%, *Helobdella* sp. dengan kepadatan 93,82 ind/m<sup>2</sup> dan KR = 11,30%, dan *Psychomia* sp. dengan kepadatan 87,64 ind/m<sup>2</sup> dan KR = 10,60%.

*Orthocladius* sp. merupakan jenis dari kelompok Chironomidae yang memiliki penyebaran yang luas pada perairan lotik baik pada kondisi substrat berbatu



maupun berlumpur (Pennak, 1978). *Helobdella* sp. (Kelas Hirudinea) dominan di Stasiun 2 karena substrat dasar batu yang ditutupi lumpur dengan aliran air yang relatif tenang (12,57-16,9 cm/det). Menurut Quigley (1977) habitat dari *Helobdella* adalah sungai yang beraliran tenang dan substrat berlumpur. Menurut Pennak (1978) *Helobdella* hampir selalu berasosiasi dengan siput yang merupakan sumber makanannya dan sering juga bersifat parasit pada ikan, katak, penyu dan manusia.

Stasiun 3 (Marapalam) berada di daerah Marapalam jaraknya lebih kurang 2 km ke arah hilir dari Stasiun 2. Daerah ini sudah berada dalam daerah banjir kanal. Substrat dasar terdiri dari batu, lumpur dan kerikil. Daerah ini juga menerima masuk aliran limbah dari perumahan penduduk terutama dari limbah rumah tangga penduduk Parak Karakah dan Marapalam. Perairan cukup dangkal ditemukan makrofita akuatik (*Hydrilla*). Stasiun ini memiliki jenis makrozoobentos yang lebih banyak (19 jenis) dan kepadatan total yang lebih tinggi (1288,80 ind/m<sup>2</sup>) dibandingkan dengan stasiun sebelumnya. Tingginya jumlah jenis dan kepadatan merupakan makrozoobentos diduga karena adanya *Hydrilla* yang dapat memberikan tempat hidup dan sebagai sumber makanan bagi beberapa hewan bentos.

Makrozoobentos yang dominan pada Stasiun 3 ini masih ditunjukkan oleh *Orthocladus* sp. dengan kepadatan 359,22 ind/m<sup>2</sup>, (KR = 25,75%) kemudian diikuti oleh *Baetis* sp. dengan kepadatan 192,57 ind/m<sup>2</sup> (KR = 15,22%).

Menurut Merrit dan Cummins (1974) penyebaran *Orthocladus* sp. luas dan dapat ditemukan pada semua kondisi perairan terutama pada substrat batu ditutupi oleh alga dan lumut, perairan tidak tercemar sampai tercemar. Selain itu, menurut Wagner, et. Al. (2008) *Orthocladus* sp. mampu bertahan pada lokasi dengan materi organik rendah, serta terakumulasi dengan tanah liat serta tanah pasir dan lumut. Kehadiran jenis *Orthocladus* sp. yang mendominasi pada Stasiun 3 karena kondisi perairan yang mendukung bagi kehidupan hewan tersebut. Hewan ini berespon

sensitif terhadap perubahan suatu perairan, misalnya salinitas, nilai pH, kedalaman lokasi, perubahan suhu, kadar karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan konsentrasi oksigen terlarut (Walker & MacDonald 1995; Walker 2001; Porinchu & MacDonald 2003; Walker *et al.* 2003). *Orthocladius* sp. didapatkan pada hampir semua substrat dasar berpasir. Umumnya jumlah *Orthocladius* sp akan melimpah pada tempat yang dangkal serta pada perairan dengan pH = 5 akan tetapi genus *Orthocladius* sp. juga memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap pH sehingga dapat hidup pada perairan dengan pH > 5 (Pennak, 1978).

*Baetis* sp. menyukai substrat berbatu dan beraliran deras. Selain itu kondisi pH air sebesar 6 masih dapat mendukung kehidupan hewan ini. Secara umum, kondisi perairan di Stasiun 3 sangat mendukung untuk keberadaan *Baetis* sp. dan *Orthocladius* sp. Insekta umumnya mendominasi kehidupan bentos di perairan yang relatif belum terganggu aktifitas manusia (Winarno *et al.*, 2000).

Pada Stasiun 4 (Simpang Haru) merupakan daerah yang jaraknya lebih kurang 2 km ke arah hilir dari Stasiun 3. Substrat dasar terdiri dari campuran batu dan kerikil dengan kedalaman sungai yang cukup dangkal. Arus agak kencang karena sebelum Stasiun ini terdapat dasar perairan lebih tinggi. Pada daerah ini juga terdapat masukan limbah rumah tangga dari penduduk Simpang Haru dan Andalas.

Kepadatan total makrozoobentos dan jumlah jenis pada Stasiun ini paling tinggi dibandingkan dengan Stasiun-stasiun lainnya yaitu 1361,60 ind/m<sup>2</sup> (21 jenis). Jumlah jenis dan kepadatan paling tinggi pada stasiun 4 karena daerah tersebut merupakan daerah padat penduduk dan banyaknya saluran/polongan yang membawa limbah organik (limbah rumah tangga) mengalir ke sungai yang merupakan makanan hewan bentos tersebut. Jenis yang ditemukan dominan pada stasiun ini adalah *Orthocladius* sp. dengan kepadatan 595 ind/m<sup>2</sup> (KR = 29,39%) diikuti oleh *Helobdella* sp. dengan kepadatan 140,73 ind/m<sup>2</sup> (KR = 13,32%) dan *Erpobdella* sp.



kepadatan  $146,90 \text{ ind/m}^2$  ( $KR = 11,95\%$ ). Kepadatan *Orthocladius* sp. tinggi pada stasiun ini karena kondisi substrat perairan yang berupa batuan, kerikil dan lumpur. Menurut Smiljkov dan Stamenkovic (2006), *Orthocladius* sp. mempunyai penyebaran yang luas pada berbagai tipe substrat di dalam sungai. Selain itu masukan dari limbah rumah tangga di Simpang Haru lebih banyak daripada stasiun lainnya sehingga mempengaruhi kadar materi organik dan ketersediaan nutrisi bagi hewan tersebut. Seperti yang dikatakan oleh Wagner *et. al.* (2008) bahwasannya kepadatan *Orthocladius* sp. di suatu wilayah terkait erat dengan ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan.

Jenis lain yang dominan di Stasiun 4 adalah *Helobdella* sp. dan *Erpobdella* sp. Hal ini berkaitan dengan substrat dasar yang berbatu yang ditutupi lumpur dengan aliran sedang ( $21,76\text{--}29\text{cm/det}$ ). Menurut Quigley (1977) habitat *Helobdella* sp. dan *Erpobdella* sp. beraliran tenang dan bersubrat lumpur.

Pada Stasiun 5 (Jati) merupakan bagian hilir sungai yang berbatasan dengan estuari (badar bakali). Kondisi di Stasiun ini memiliki substrat berbatu dengan kedalaman yang dangkal dan arus cukup tenang karena topografi sungai relatif landai. Daerah ini mendapat limbah dari limbah rumah tangga dan akumulasi dari Stasiun sebelumnya.

Kepadatan total makrozoobentos di Stasiun 5 adalah  $1288,76 \text{ ind/m}^2$  tidak jauh berbeda dengan Stasiun 3 namun lebih tinggi bila dibandingkan dengan Stasiun 1 dan 2. Jenis yang dominan dengan nilai kepadatan tertinggi adalah *Orthocladius* sp. dengan nilai kepadatan populasi  $551,80 \text{ ind/m}^2$  dan kepadatan relatif  $35,49\%$  diikuti oleh *Helobdella* sp. dengan kepadatan  $117,27 \text{ ind/m}^2$  ( $KR = 12,93\%$ ) dan *Erpobdella* sp. kepadatan  $111,10 \text{ ind/m}^2$  ( $KR = 12,09\%$ ). Kehadiran *Orthocladius* sp. di Stasiun ini tinggi ( $FK=100\%$ ) *Orthocladius* sp. memiliki toleransi yang lebar terhadap pencemaran organik dan mampu hidup pada berbagai tipe substrat. Karena

itu *Orthocladus* sp. ditemukan dominan pada Stasiun 2-5 yang telah menerima masukan limbah dari pabrik karet yang didalamnya terkandung bahan organik. Makrozoobentos ada yang bersifat toleran dan ada yang bersifat sensitif terhadap perubahan lingkungan. Organisme yang memiliki kisaran toleransi yang lebar akan memiliki penyebaran yang luas. Sebaliknya organisme yang kisaran toleransinya sempit (sensitif) maka penyebarannya terbatas pada tempat-tempat dan waktu tertentu saja (Odum, 1998).

#### 4.3. Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebelum dan Setelah Menerima Limbah di Sungai Batang Arau Kota Padang.

##### 4.3.1 Indeks Diversitas ( $H'$ ) dan Indeks Ekuitabilitas ( $E$ ).

Indeks Keanekaragaman (Diversity Index) merupakan ukuran yang digunakan untuk menilai tingkat kestabilan komunitas dalam hubungannya dengan kondisi suatu ekosistem perairan. Tinggi rendahnya indeks diversitas dipengaruhi oleh jumlah jenis penyusun dan tingkat ekuitabilitas individu dari tiap jenis yang menyusun komunitas tersebut.

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa indeks diversitas makrozoobentos berkisar 1,82-2,18 Indeks diversitas ini menurun ke arah hilir. Hasil analisis uji-t ( $p=5\%$ ) tidak menunjukkan bahwa indeks diversitas yang dibandingkan antar Stasiun berbeda nyata (Lampiran 5). Masuknya berbagai limbah kedalam perairan dapat menyebabkan menurunnya kualitas perairan. Limbah organik yang masuk kedalam perairan dapat menjadi bahan pencemar. Pada daerah hilir, bahan pencemar akan terakumulasi sehingga pada daerah ini mempunyai kondisi perairan yang lebih buruk bila dibandingkan dengan daerah sebelumnya. Limbah organik dapat merubah sifat



fisik, kimia dan biologis perairan (Winarno *et. al.* 2000), sehingga dapat menurunkan nilai indeks diversitas (Odum, 1998).

Menurut Sahri (2000) substrat batuan merupakan habitat yang paling baik bagi makrozoobentos untuk mendapatkan makanan, berlindung dari arus dan melekatkan diri. Substrat kerikil dan pasir sangat mudah terbawa oleh arus air sehingga sulit bagi makrozoobentos untuk melekatkan diri ataupun menetap pada substrat tersebut. Substrat yang sama yaitu berbatu pada seluruh stasiun mendukung keberadaan makrozoobentos pada umumnya terutama dari kelompok Insekta, sehingga keanekaragaman jenis makrozoobentos disetiap stasiun tidak berbeda jauh.

Tabel 3. Indeks Diversitas dan Indeks Ekuitabilitas Makrozoobentos pada masing-masing stasiun pengamatan di Batang Arau Kota Padang.

Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Stasiun 5
H'	2,18	2,14	2,05	1,93	1,82
E	0,74	0,74	0,68	0,62	0,60

Ket : St 1 : Kampung Jua, (sebelum menerima limbah karet)

St 2 : Ujung Tanah, St 3 : Marapalam, St 4 : Simpang Haru, St 5 : Jati (setelah menerima limbah karet)

Berdasarkan indeks keanekaragaman makrozoobentos di setiap stasiun maka komunitas makrozoobentos di Sungai Batang Arau tergolong relatif stabil. Menurut Stirn (1981) apabila  $H' < 1$ , maka komunitas biota dinyatakan tidak stabil, apabila  $H'$  berkisar 1-3 maka stabilitas komunitas biota tersebut adalah relatif stabil dan apabila  $H' > 3$  berarti stabilitas komunitas biota berada dalam kondisi prima (stabil).

Menurut Sastrawijaya (1991) klasifikasi derajat pencemaran air berdasarkan indeks diversitas dapat digolongkan sebagai berikut,  $H' < 1,0$  : tercemar berat,  $H' = 1,0-1,6$  : tercemar sedang,  $H' = 1,6-2,0$  : tercemar ringan,  $H' > 2$  tidak tercemar. Berdasarkan pengelompokan tersebut, maka stasiun yang sebelum menerima limbah karet (Stasiun 1  $H'=2,16$ ) tergolong tidak tercemar dan stasiun yang menerima

limbah karet (Stasiun 4 dan 5,  $H'=1,93$  dan  $1,82$ ) tergolong tercemar ringan dan Stasiun 2 dan 3 ( $H'=2,14$  dan  $2,05$ ) tidak tercemar.

Indeks Keseragaman (E) yang diperoleh dari kelima Stasiun pengamatan berkisar antara 0,60-0,74. Indeks keseragaman yang tertinggi terdapat pada Stasiun 1 dan 2 yaitu 0,74 dan terendah pada Stasiun 5 sebesar 0,60 yang berarti jumlah individu antar Stasiun cukup merata. Menurut Krebs (1985) Indeks Keseragaman (E) berkisar antara 0-1. Jika indeks keseragaman mendekati 0 berarti keseragamannya rendah karena ada jenis yang mendominasi. Bila nilai mendekati 1, maka keseragaman tinggi dan menggambarkan tidak ada jenis yang mendominasi sehingga jumlah individu masing-masing jenis sangat merata.

#### 4.3.2 Indeks Similaritas

Indeks similaritas digunakan untuk melihat kesamaan komunitas antara dua komunitas yang dibandingkan. Hasil indeks similaritas dari perbandingan komunitas makrozoobentos antar Stasiun pengamatan disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Indeks Similaritas (%) Makrozoobentos pada masing-masing stasiun pengamatan di Sungai Batang Arau Kota Padang

Strata pengamatan	1	2	3	4	5
1					
2	91,42				
3	76,92	78,94			
4	73,17	75,00	80,95		
5	82,05	78,94	80,00	80,95	

Ket : St 1 : Kampung Jua (sebelum menerima limbah karet)

St 2 : Ujung Tanah, St 3 : Marapalam, St 4 : Simpang Haru, St 5 : Jati, (setelah menerima limbah karet)

Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa indeks similaritas yang dibandingkan antara stasiun pengamatan tergolong tinggi yaitu lebih besar dari 50% berkisar dari 73,17-91,42%.



Menurut Kandeigh (1980) bahwa dua komunitas dinyatakan memiliki komposisi yang sama bila mempunyai indeks similaritas lebih besar dari 50%. Dan sebaliknya bila mempunyai indeks similaritas kurang dari 50% dinyatakan komposisi komunitas relatif berbeda. Tingginya indeks similaritas antar Stasiun diduga disebabkan oleh kondisi substrat diseluruh stasiun sama-sama berbatu. Selain itu fisika kimia air di setiap stasiun berada dalam kisaran yang normal dapat ditelorir oleh makrozoobentos (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi semua stasiun yang dibandingkan memiliki kondisi lingkungan yang tidak jauh berbeda sehingga banyak ditemukan jenis yang sama di semua stasiun.

Menurut Barbour (1987 *cit.* Setiadi, 2005) kondisi yang relatif homogen akan ditempati oleh individu dari jenis yang sama karena spesies tersebut secara alami telah mengembangkan mekanisme adaptasi dan toleransi terhadap habitatnya. Menurut Krebs (1985) semakin besar nilai indeks similaritas maka jenis yang sama pada lokasi yang berbeda semakin banyak.

#### 4.4. Komposisi dan Struktur Komunitas Makrozoobentos Berdasarkan Waktu yang berbeda.

Fluktuasi komposisi makrozoobentos berdasarkan waktu yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 5. Tabel 1 merupakan gabungan dari data Stasiun 1, 2, 3, 4 dan 5 pada setiap waktu pengamatan.

Tabel 5. Kepadatan ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ), Kepadatan Relatif (%), dan Frekuensi Kehadiran (%) Makrozoobentos berdasarkan waktu pengamatan di Sungai Batang Arau Kota Padang.

No	Kelompok/Jenis	Agustus		Oktober		November		FK (%)
		K	KR	K	KR	K	KR	
I	<b>K. Gastropoda</b>	<b>179,97</b>	<b>11,61</b>	<b>128,88</b>	<b>12,65</b>	<b>92,59</b>	<b>13,95</b>	
	O. Mesogastropoda							
1	<i>Melanoides granifera</i>	128,14	8,27	64,44	6,32	72,59	10,94	100
2	<i>Melanoides tuberculata</i>	25,92	1,67	39,26	3,85	8,15	1,23	100
3	<i>Physa</i> sp.	3,70	0,24	1,48	0,15			66,6
4	<i>Pomacea</i> sp.	5,18	0,33	2,22	0,22			66,6
5	<i>Thiara scabra</i>	12,59	0,81	15,55	1,53	5,18	0,78	100
6	<i>Neritina</i> sp.	4,44	0,29	5,93	0,58	6,67	1,00	100
II	<b>K. Hirudinea</b>	<b>275,52</b>	<b>17,79</b>	<b>110,37</b>	<b>10,84</b>	<b>228,12</b>	<b>34,38</b>	
	O. Pharyngobdellida							
7	<i>Ephobdella</i> sp.	138,50	8,94	40,74	4,00	102,21	15,40	100
8	<i>Helobdella</i> sp.	135,54	8,75	54,07	5,31	87,40	13,17	100
9	<i>Helobdella fusca</i>			7,41	0,73	23,70	3,57	66,6
10	<i>Helobdella stagnalis</i>			2,22	0,22	2,96	0,45	66,6
11	<i>Desserobdella</i> sp.	1,48	0,10	5,93	0,58	11,85	1,79	100
III	<b>K. Insecta</b>	<b>1091,74</b>	<b>70,46</b>	<b>746,57</b>	<b>73,25</b>	<b>301,44</b>	<b>45,44</b>	
	O. Coleoptera							
12	<i>Stenelmis</i> sp.	2,96	0,19			11,85	1,79	66,6
13	<i>Promorosa</i> sp.			2,96	0,29			33,3
	O. Diptera							
14	<i>Polypedium</i> sp.	145,17	9,37	77,03	7,56	35,55	5,36	100
15	<i>Orthocladus</i> sp.	628,83	40,58	338,48	33,21	77,03	11,61	100
16	<i>Pentaneura</i> sp.	21,48	1,39			20,00	3,01	66,6
	Pupa chironomidae	48,88	3,15	46,66	4,58	14,81	2,23	100
	O. Ephemeroptera							
17	<i>Beetis</i> sp.	92,58	5,98	124,43	12,21	14,07	2,12	100
18	<i>Caenis</i> sp.	6,67	0,43	2,96	0,29	7,41	1,12	100
19	<i>Pseudocloeon</i> sp.	40,00	2,58	58,51	5,74	71,84	10,83	100
	O. Lepidoptera							
20	<i>Ecophyla</i> sp.	13,33	0,86	25,18	2,47	2,96	0,45	100
	O. Trichoptera							
21	<i>Hydropsyche</i> sp.	38,51	2,49	0,74	0,07	8,15	1,23	100
22	<i>Psychomyia</i> sp.	53,33	3,44	69,62	6,83	37,77	5,69	100
VI	<b>K. Oligochaeta</b>	<b>2,22</b>	<b>0,14</b>	<b>33,33</b>	<b>3,27</b>	<b>41,48</b>	<b>6,25</b>	
	O. Haplotaxida							
23	<i>Tubifex</i> sp.	2,22	0,14	33,33	3,27	11,11	1,67	100
24	Lumbricidae					30,37	4,58	33,3



Total Individu	1549,47	100	1019,16	100	663,64	100
Jumlah Jenis	20		21		21	

Dari Tabel 5 diatas dapat dilihat bahwa, kepadatan makrozoobentos berkisar dari 663,64 – 1549,47 ind/m<sup>2</sup> menurun dari bulan Agustus sampai November. Kepadatan tertinggi didapatkan pada bulan Agustus dan terendah dibulan November. Menurunnya kepadatan populasi makrozoobentos pada bulan Oktober dan November diduga karena pengambilan sampel dilakukan pada musim hujan. Sehingga mempengaruhi keberadaan makrozoobentos di perairan Batang Arau Kota Padang.

Faktor lain yang menyebabkan rendahnya populasi makrozoobentos bulan Oktober dan November mungkin berkaitan dengan siklus hidup dari serangga benthik, yang sebagian siklus hidupnya berada di darat. Diduga pada dua bulan terakhir, tersebut pradewasa serangga sudah *emergent* atau menjadi dewasa dan meninggalkan perairan.

Pada bulan Agustus kepadatan tertinggi ditemukan pada jenis *Orthocladius* sp. (Insecta) dengan nilai 628,83 ind/m<sup>2</sup> dan KR 40,58%. Begitu juga halnya pada bulan Oktober dan November tetapi terlihat penurunan kepadatan populasinya dari Agustus sampai November. Tingginya kepadatan *Orthocladius* sp. (Kelas Insekta) pada ketiga waktu pengamatan karena tempat hidup yang sesuai dan ketersediaan sumber makanan. Diseluruh stasiun yang di amati memiliki substrat berbatu dan menerima masukan dari aliran limbah karet dan rumah tangga dari pemukiman yang membawa bahan organik yang merupakan salah satu sumber makanan bagi *Orthocladius* sp. Menurut (Pennak, 1978) *Orthocladius* sp. merupakan salah satu jenis Chironomidae memiliki penyebaran yang luas, menyukai perairan mengalir dengan substrat berbatu. Terjadinya penurunan kepadatan *Orthocladius* sp. pada bulan Oktober dan November diduga karena faktor hujan dan fase siklus hidup *Orthocladius* sp. sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya. Karena itu jenis

makrozoobenthos ini selalu ditemukan pada setiap waktu pengamatan. Pada bulan November, jenis yang mengalami kepadatan tertinggi yaitu dari kelas Hirudinea dengan jenis *Erphobdella* sp. (Kepadatan 102,21 ind/m<sup>2</sup> dan Kepadatan Relatif 15,40%). Koperski (2005) menyatakan bahwa Hirudinea adalah salah satu hewan air tawar yang paling banyak terdapat di perairan yang beraliran tenang. Pada bulan November tersebut kecepatan arus relative tenang (12,57-28,96 cm/det) lebih rendah pada bulan Agustus dan Oktober (Tabel 1).

Nilai Indeks Diversitas ( $H'$ ) dan Ekuitabilitas ( $E$ ) makrozoobentos pada setiap periode dapat dilihat pada tabel 6 berikut :

Tabel 6. Indeks Diversitas dan Indeks Ekuitabilitas Makrozoobentos pada masing-masing waktu pengamatan di Batang Arau Kota Padang.

Parameter	Agustus	Oktober	November
$H'$	2,11	2,32	2,64
$E$	0,69	0,75	0,85

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai indeks diversitas ( $H'$ ) makrozoobentos yang didapatkan di Sungai Batang Arau pada setiap periode pengamatan berkisar antara 2,11–2,64. Nilai tertinggi didapatkan pada bulan November kemudian diikuti oleh bulan Oktober dan paling rendah bulan Agustus. Hasil perhitungan uji  $t$  ( $p=5\%$ ) menunjukkan bahwa indeks diversitas yang dibandingkan antara bulan Agustus dan Oktober tidak berbeda nyata tetapi antara bulan Agustus dengan November dan Oktober berbeda nyata.

Berdasarkan indeks diversitas makrozoobentos di setiap waktu pengamatan maka komunitas makrozoobentos tergolong relatif stabil. Menurut Stirn (1981) apabila  $H' < 1$ , maka komunitas biota dinyatakan tidak stabil, apabila  $H'$  berkisar 1-3 maka stabilitas komunitas biota tersebut adalah relatif stabil dan apabila  $H' > 3$  berarti stabilitas komunitas biota berada dalam kondisi prima (stabil). Indeks



Ekuitabilitas komunitas makrozoobentos pada setiap waktu pengamatan cukup tinggi yaitu berkisar 0,69-0,85 yang berarti penyebaran jumlah individu sama dan tidak ada kecenderungan terjadi dominansi oleh satu spesies. Nilai indeks kesamarataan dapat diklasifikasikan dengan  $E < 0,4$  pemerataan rendah;  $0,4 < E < 0,6$  pemerataan sedang; dan  $E > 0,6$  pemerataan tinggi (Sahri, 2003).

Indeks similaritas dari perbandingan komunitas makrozoobentos antar periode pengamatan di sajikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Indeks Similaritas (%) Makrozoobentos pada masing-masing waktu pengamatan di Sungai Batang Arau Kota Padang

Waktu Pengamatan	Agustus	Oktober	November
Agustus	-	-	-
Oktober	87,80	-	-
November	82,92	85,71	-

Dari Tabel 7 diatas terlihat bahwa nilai indeks similaritas yang dibandingkan antar masing-masing waktu pengamatan tinggi. Hal ini disebabkan karena banyak jenis yang sama ditemukan pada waktu pengamatan yang dibandingkan.

## V. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai komunitas makrozoobentos sebelum dan setelah menerima limbah karet (PT. Teluk Luas dan PT. Batang Hari Barisan), dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor fisika kimia air seperti TSS, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>N lebih tinggi, kecepatan arus lebih rendah dan substrat dasar berlumpur setelah menerima limbah karet daripada sebelum menerima limbah karet.
2. Makrozoobentos yang didapatkan sebanyak 24 jenis yang komposisinya terdiri dari kelas Gastropoda 6 jenis, Kelas Hirudinea 5 jenis, Kelas Insekta 11 jenis, dan Kelas Oligochaeta 2 jenis. Kepadatan populasi berkisar dari 646,84-1361,60 ind/m<sup>2</sup> yang tertinggi pada Stasiun 4 (setelah menerima limbah karet) dan terendah pada Stasiun 1 (sebelum menerima limbah karet). Jenis yang dominan di setiap stasiun bervariasi, *Orthocladus* sp. mempunyai kepadatan yang lebih tinggi setelah menerima limbah karet.
3. Indeks Diversitas (H') makrozoobentos berkisar dari 1,82-2,18 dan Indeks Ekuitabilitas (E) berkisar dari 0,60-0,74, yang tertinggi di Stasiun 1 (sebelum menerima limbah karet) dan yang terendah Stasiun 5 (setelah menerima limbah karet). Indeks Similaritas Sorensen berkisar dari 73,17-91,42%.
4. Kepadatan total populasi cenderung menurun dari bulan Agustus-November demikian pula dengan kepadatan Gastropoda dan Insekta. Indeks Keanekaragaman berkisar dari 2,11-2,64 dan Ekuitabilitas berkisar dari 0,69-0,85 meningkat dari bulan Agustus sampai November. Indeks Similaritas Sorensen disetiap waktu pengamatan berkisar dari 82,92-87,80%.



## 5.2 Saran.

Untuk melengkapi data mengenai komunitas makrozoobentos sebelum dan setelah menerima limbah karet (PT. Teluk Luas dan PT. Batang hari Barisan) di Sungai Batang Arau, perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai komunitas makrozoobentos sebagai indikator kualitas perairan dan fluktuasi musim terhadap komunitas makrozoobentos di Sungai Batang Arau Kota Padang, dan adanya upaya dari pihak terkait untuk meminimalisir pencemaran yang terjadi pada perairan Batang Arau Kota Padang.



## DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal. 1993. Diatom Perifiton pada Substrat Buatan di Sungai Cimahi, Jawa Barat. Edisi Ilmu Kesehatan dan Pengetahuan. *Jurnal Penelitian Andalas*. 5 (12) : 1-3.
- Afrizal dan Izmiarti. 2006. *Penggunaan Komunitas Bentik Sebagai Indikator Biologi Untuk Ekosistem Sungai Dalam Wilayah Kota Padang*. Laporan Research Grand TPSDP. Universitas Andalas. Padang.
- Allan, J. D. 1995. *Stream Ecology Structure and Function of Running Waters*. Kluwer Academic Publisher. London.
- APHA. 1992. *Standart Methods for The Examination of Water and Waste Water*. Edisi 18. Washington.
- Ardi. 1999. *Struktur Komunitas Makrozoobenthos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Batang Arau*. Tesis Program Pascasarjana. Universitas Andalas. Padang. (Tidak dipublikasikan).
- Arisandi, P. 2001. *Biomonitoring Partisipatif-Alternatif Pemantauan Kualitas Air Kali Surabaya*. Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah. Surabaya.
- Bapedalda. 2010. *Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Padang 2010*. Parameter Basis Data Lingkungan Hidup Daerah. Bapedalda. Padang.
- Brower, J. E. 1990. *Field Laboratory Methods for General Ecology*. Edisi 3. New York.
- Cole, G. A. 1984. *Text Book of Limnology*. Waveland Press. Illinois.
- Cummins, K. W. 1975. *Macroinvertebrates. River Ecology*. Edisi Whitton. Oxford. London Edinburgh Melbourne.
- Dahuri, R. 1995. *Metode dan Pengukuran Kualitas Air Aspek Biologi*. IPB. Bogor.
- Doods, W. K. 2002. *Freshwater Ecology Concepts and Environment Application*. Academic Press. San Diego.



- Giller, P. S dan B. Malmqvist. 2003. *Biology of Stream and River*. Oxford University Press. Great Britain.
- Goldman, C. R dan A. J. Horne. 1983. *Limnology*. Edisi 2. Mc Graw Hill Inc. USA.
- Hawkes, H. A. 1979. Invertebrates as Indicators of River Water Quality. *Journal of Biological Indicator of Water Quality*. John Willey dan Sons. Toronto.
- Hynes, H. B. N. 1978. *The Ecology of Running Waters*. University Press. Liverpool.
- Karr, J. R dan E. W. Chu. 1999. *Restoring Life in Running Water: Better Biological Monitoring*. Island Press. Washington DC.
- Kastoro, W., W. B. Sudibjo., A. Azis., I. Aswandi dan I. Alhakim. 1987. *A Study on The Soft Botom Benthic Community of A Mangrove Creek in Grajangan East Java*. Regional Simposium on Living Resources in Coastal Areas. LON LIPI. Jakarta.
- Kendeigh, S. C. 1980. *Ecology with Special Reference to Animal and Man*. Prentice Hall of India Private Limited. New Delhi.
- Khan, M. 1989. *A Global Newsletter for Tropical Ecology Linggi River Management Study Pollution and Water Quality*. Wallaceanna. Universitas Malaya. Kuala Lumpur.
- Klemm, D. J. 1995. *Identification to The Freshwater Leeches (Annelida : Hirudinea) of Florida and Other Southern States*. State of florida. Department of Environmental Protection Division of Water Facilities. Tallahassee.
- Krebs, C. J. 1985. *Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Edisi 3. Harper dan Row Publisher. Philadelphia.
- Koperski, P. 2005. *Polandia Jurnal Ekologi*. Departemen Hydrobiology. Universitas Warsawa. Banacha. Polandia. 2 : 02-097.
- Lind, O. T. 1979. *Handbook of Common Methods in Limnology*. Mosby. St.Louis.
- Lowe, R. X. 2000. Phytobenthic Ecology dan Regulated Streams. *Jurnal Biological Indicator of Water Quality*. John Wiley dan Sons. Toronto.

- Mahida, U. N. 1993. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Edisi 4. PT Rajawali Grafindo. Jakarta.
- Marganof. 2007. *Model Pengendalian Pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatera Barat*. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- McDonald, D dan J. Walker. 1995. Trends in Aboriginal and Torres Strait Islander Deaths in Custody and Incarceration. *Australian Journal*. Canberra. 1 : 39-80.
- Mc Neely, R. N., V. P. Neimanis dan L. Dwyer. 1979. *Water Quality Sourcebook. A Guide to Water Quality Parameter*. Water Quality Branch. Ottawa. Canada.
- Merrit, R. W dan K. W. Cummins. 1984. *An Introduction to The Aquatic Insects of North America*. Edisi 2. Kendall/Hunt Publishing Company. USA.
- Michael, P. 1984. *Ecological Methods for Field and Laboratory Investigations*. Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- Moss, B. 1980. *Ecology of Freshwater*. Black Well Scientific Publications. Oxford.
- Musreni. 2006. *Komunitas Makrozoobentos di Batang Arau Kota Padang*. Skripsi Sarjana Biologi. FMIPA. Universitas Andalas.
- Nontji, A. 1986. *Rencana Pengembangan Puslitbang Limnologi*. Prosiding Expose Limnologi dan Pembangunan. LIPI. Bogor.
- Nybakken, J. W. 1988. *Marine Biology An Ecological Approach*. Edisi 4. An Imprint of Addison Wesley Longman Inc. New York.
- Odum, E. P. 1998. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi 3. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Pennak, R. W. 1978. *Freshwater Invertebrates of The United States*. Edisi 2. A Willey Interscience. John Willey dan Sons. New York.
- Poole, R. W. 1974. *An Introduction to Quantitative Ecology*. Mc Graw Hill Book Company. New York.
- Quigley, M. 1977. *Invertebrates of Stream and Rivers A key to Identification*. Edward Arnold Publisher Ltd. London.

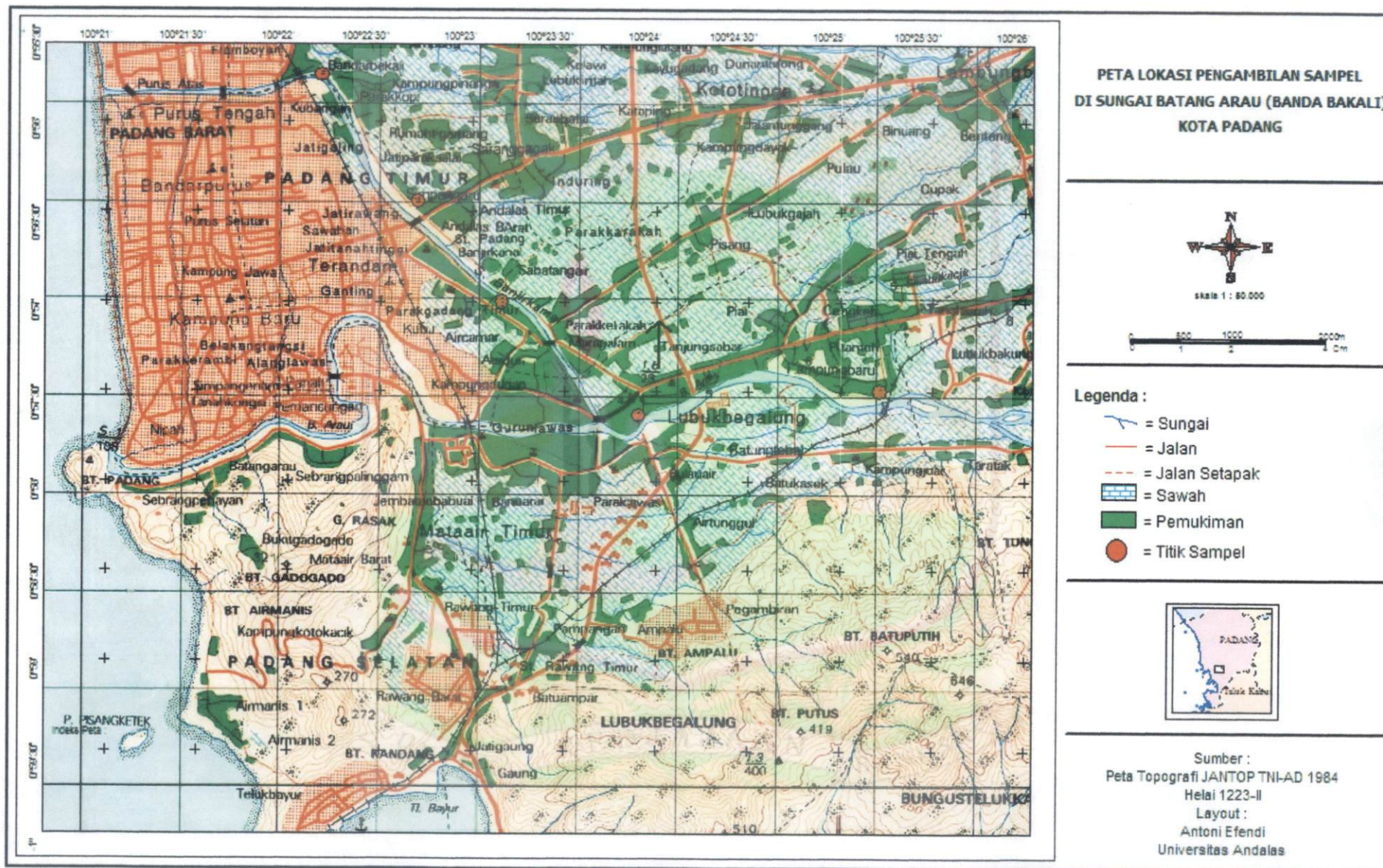


- Rakhman, A. 2006. *Komunitas Makrozoobentos dan Kualitas Perairan Batang Kuranji Kota Padang*. Skripsi Sarjana Biologi. FMIPA. Universitas Andalas. (Tidak dipublikasikan).
- Rondo, M. 1982. *Hewan Bentos Sebagai Indikator Ekologi di Sungai Cikapundung Bandung*. Thesis S2 Biologi. Institut Teknologi Bandung (tidak di Publikasikan).
- Rosenberg, D. M dan V. H. Resh. 1993. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman dan Hall. New York. London.
- Rossano, E. M. 1996. *Diagnosis of Stream Environment with Index of Biological Integrity*. Museum of Stream dan Lakes.
- Sahri, A. Budiman, W. Andriyana, N. 2000. Keanekaragaman Makrozoobenthos pada Berbagai Substrat Buatan di Sungai Ciglagah Cilacap. *Jurnal Biosfera* 15. ISSN : 0853-1625.
- Sastrawijaya, A. T. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Setiadi, D. 2005. Keanekaragaman Spesies Tingkat Pohon di Taman Wisata Alam Ruteng Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Biodiversitas*. 6 : 118-122.
- Smiljkov, S dan V. S. Stamenkovic. 2006. *Chironomidae (Diptera) Larvae Fauna from The Mantovo Reservoir and The Mouth of River Kriva Lakavica*. Institute of Biology. Faculty of Natural Sciences and Mathematics. 1.000 Skopje. Macedonia.
- Stirn, J. 1981. Manual Methods in Aquatic Enviroment Research. Edisi 8. *Journal of Eccological Assessment of Pollution effects*. FAO. 209 : 70.
- Suriani, N. L. 2000. Kualitas Air Mangrove Ditinjau dari Sifat Fisik Kimia di Hutan Mangrove Patung Ngurah Rai Tuban Den Pasar Selatan Bali. *Jurnal Ecothropic*. 3 : 7-9.
- Trisna, S. H., B. Soeharto dan Marsoedi. 2001. Penentuan Status Kualitas Perairan Sungai Brantas Hulu dengan Biomonitoring Makrozoobentos Tinjauan dari Pencemaran Bahan Organik. *Jurnal Biosain*. 1 : 31-32.

- Wargadinata, E. L. 1995. *Makrozoobentos Sebagai Indikator di Sungai Percut*. Tesis Program Pasca Sarjana Ilmu Pengetahuan Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Universitas Sumatera Utara. Medan. (Tidak dipublikasikan).
- Welch, E. B dan Lindell. 1980. *The Ecology Effect of Waste Water*. Cambide University Press. Sydney.
- Wetzel, R. G dan G. E. Linkens. 1990. *Limnological Analyses*. Edisi 2. Springer Verlag. New York.
- Williams, D. D dan B. Felmente. 1992. *Aquatic Insect*. RedWood Press. Ltd. Melksham. UK.
- Winarno, K., O. P. Astim dan A. D. Setyawan. 2000. Pemantauan Kualitas Perairan Rawa Jabung Berdasarkan Keanekaragaman Kekayaan Komunitas Bentos. *Jurnal Bio Smart*. 2 (1) : 40-46.
- Zairion. 2003. *Dampak Pembangunan pada Biota Air*. Pusat Studi Analisis Lingkungan Jurusan Biologi FMIPA-IPB dan Bagian Proyek Peningkatan Kualitas Sumber Daya Manusia. Ditjen Dikti. Depdiknas. Bogor.
- Zulhisyam, K., A. A. Ismail dan I. C. Omar. 2011. Optimasi Kondisi Pertumbuhan *Hirudinea* sp. *Jurnal Dasar dan Terapan Ilmu Pengetahuan*. Australia. 5 (3) : 268-275. ISSN : 1991-8178.



Lampiran 1. Lokasi Pengambilan Sampel Makrozoobentos di Sungai Batang Arau Kota Padang.





## Lampiran 2

### Foto Stasiun Penelitian di Sungai Batang Arau Kota Padang



**Stasiun 1. Kampung Jua(Hulu)**



**Stasiun 2. Ujung Tanah**

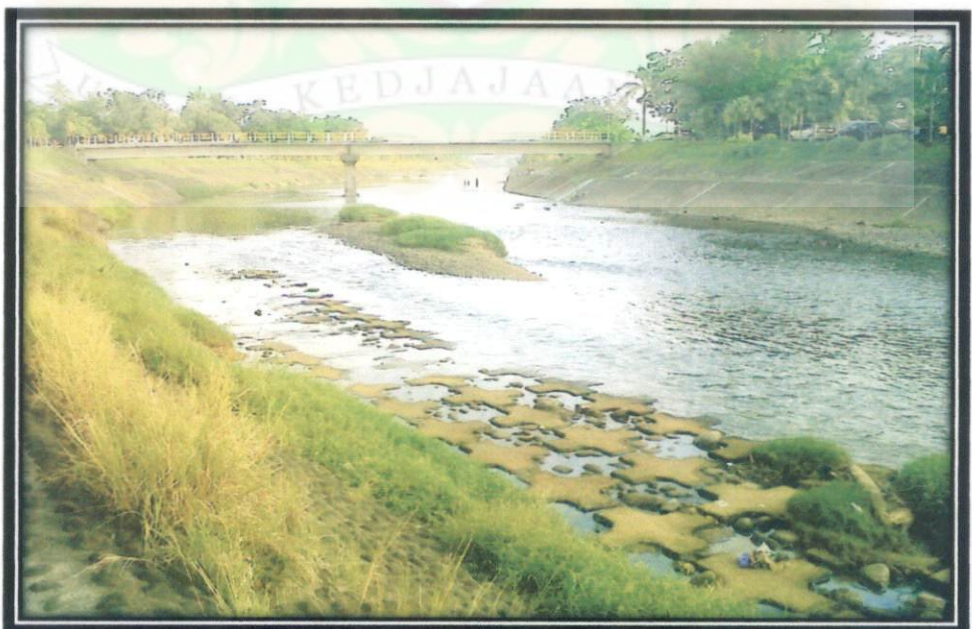




**Stasiun 3. Marapalam**



**Stasiun 4. Simpang Haru**



**Stasiun 5. Jati, sebelum jembatan alai (Hilir)**



**Lampiran 3.** Kepadatan (ind/m<sup>2</sup>), Kepadatan Relatif (%), dan Frekuensi Kehadiran (%) Makrozoobentos pada masing-masing stasiun di Sungai Batang Arau Kota Padang

No	Kelompok/Jenis	Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3			Stasiun 4			Stasiun 5			Rata-rata		FK (%)
		K	KR	K	KR	K	KR	K	KR	K	KR	K	KR	K	KR	K	KR	K	
I	<b>K. Gastropoda</b>	<b>113,57</b>	<b>20,14</b>	<b>113,57</b>	<b>14,86</b>	<b>153,07</b>	<b>11,98</b>	<b>117,27</b>	<b>11,84</b>	<b>171,59</b>	<b>18,76</b>	<b>133,81</b>	<b>15,52</b>						
	O. Mesogastropoda																		
1	<i>Melanoides granifera</i>	55,55	12,26	70,36	9,20	111,10	9,24	75,30	7,67	129,62	14,15	88,39	10,51	100					
2	<i>Melanoides tuberculata</i>	20,99	2,56	27,16	3,65	38,27	2,48	16,05	1,60	19,75	3,03	24,44	2,66	100					
3	<i>Physa</i> sp.	4,94	0,60			1,23	0,08			2,47	0,10	1,73	0,16	60					
4	<i>Pomacea</i> sp.	3,70	0,51					3,70	0,14	4,94	0,21	2,47	0,17	60					
5	<i>Thiara scabra</i>	28,39	4,21	16,05	2,01	2,47	0,19	6,17	0,24	2,47	0,10	11,11	1,35	100					
6	<i>Neritina</i> sp.							16,05	2,20	12,34	1,16	5,68	0,67	40					
II	<b>K. Hirudinae</b>	<b>71,59</b>	<b>13,08</b>	<b>182,70</b>	<b>21,61</b>	<b>203,68</b>	<b>16,84</b>	<b>337,00</b>	<b>32,09</b>	<b>228,37</b>	<b>25,02</b>	<b>204,67</b>	<b>21,73</b>						
	O. Pharyngobdellita																		
7	<i>Erythrobella</i> sp.	33,33	5,72	74,07	8,52	103,69	8,83	146,90	11,95	111,10	12,09	93,82	9,42	100					
8	<i>Helobdella</i> sp.	35,80	6,84	93,82	11,30	74,07	6,15	140,73	13,32	117,27	12,93	92,34	10,11	100					
9	<i>Helobdella fusca</i>					12,34	0,75	39,50	5,47			10,37	1,24	40					
10	<i>Helobdella stagnalis</i>					3,70	0,23	4,94	0,68			1,73	0,18	40					
11	<i>Desserobdella</i> sp.	2,47	0,52	14,81	1,79	9,88	0,88	4,94	0,66			6,42	0,77	80					
III	<b>K. Insecta</b>	<b>445,64</b>	<b>62,22</b>	<b>469,04</b>	<b>58,74</b>	<b>931,99</b>	<b>71,18</b>	<b>838,19</b>	<b>46,57</b>	<b>881,38</b>	<b>55,63</b>	<b>713,25</b>	<b>58,87</b>						
	O. Coleoptera																		
12	<i>Stenelmis</i> sp.			14,81	1,65	3,70	0,33	2,47	0,22	3,70	0,15	4,94	0,47	80					
13	<i>Promesia</i> sp.	2,47	0,34	2,47	0,34							0,99	0,14	40					
	O. Diptera																		
14	<i>Polypedium</i> sp.	49,38	7,33	69,13	9,05	113,57	8,18	79,01	4,23	118,51	5,19	85,92	6,80	100					
15	<i>Orthocladus</i> sp.	46,91	6,33	187,60	23,20	359,22	25,75	595,00	29,39	551,80	35,49	348,11	24,03	100					
16	<i>Pentaneura</i> sp.	2,47	0,28	7,41	0,96	37,03	3,31	13,58	0,52	8,64	0,36	13,83	1,09	100					
	Pupa chironomidae	45,67	6,07	12,34	1,59	48,14	3,31	39,50	3,30	38,27	2,53	36,79	3,36	100					
	O. Ephemeroptera																		
17	<i>Baetis</i> sp.	49,38	7,13	65,43	8,70	192,57	15,22	49,38	5,33	28,39	2,08	77,03	7,69	100					
18	<i>Caenis</i> sp.	19,75	3,41	1,23	0,16	6,17	0,52			1,23	0,56	5,68	0,93	80					
19	<i>Pseudocloeon</i> sp.	104,93	14,73	17,28	2,08	114,80	9,74	38,27	2,66	8,64	1,05	56,78	6,05	100					
	O. Lepidoptera																		
20	<i>Eoophyla</i> sp.	2,47	0,28	3,70	0,41	12,34	1,05	2,47	0,09	48,14	3,52	13,83	1,07	100					
	O. Trichoptera																		
21	<i>Hydropsyche</i> sp.					16,05	1,44	1,23	0,05	61,72	4,14	15,80	1,13	60					
22	<i>Psychomyia</i> sp.	122,21	16,31	87,64	10,60	28,39	2,34	17,28	0,78	12,34	0,56	53,57	6,12	100					
VI	<b>K. Oligochaeta</b>	<b>16,05</b>	<b>4,56</b>	<b>35,80</b>	<b>4,79</b>			<b>69,13</b>	<b>9,50</b>	<b>7,41</b>	<b>0,59</b>	<b>25,68</b>	<b>3,89</b>						
	O. Haplotaenia																		
23	<i>Tubifex</i> sp.	16,05	4,56	35,80	4,79			18,52	2,49	7,41	0,59	15,55	2,49	80					
24	Lumbricidae							50,61	7,01			10,12	1,40	20					
<b>Total Individu</b>		<b>646,84</b>	<b>100,00</b>	<b>801,20</b>	<b>100,00</b>	<b>1288,80</b>	<b>100</b>	<b>1361,60</b>	<b>100</b>	<b>1288,76</b>	<b>100</b>	<b>2021,00</b>	<b>100</b>						
<b>Jumlah Jenis</b>		<b>18</b>		<b>17</b>		<b>19</b>		<b>21</b>		<b>19</b>		<b>24</b>							

Ket : St 1 : Kampung Jua (sebelum menerima limbah karet)  
 St 2 : Ujung Tanah, St 3 : Marapalam, St 4 : Simpang Haru, St 5 : Jati (setelah menerima limbah karet)



**Lampiran 4.** Kepadatan (ind/m<sup>2</sup>), Kepadatan Relatif (%), dan Frekuensi Kehadiran (%) Makrozoobentos pada masing-masing waktu pengamatan di Sungai Batang Arau Kota Padang

No	Kelompok/Jenis	Agustus		Oktober		November		Rata-rata		FK (%)
		K	KR	K	KR	K	KR	K	KR	
<b>I</b>	<b>K. Gastropoda</b>	<b>179,97</b>	<b>11,61</b>	<b>128,88</b>	<b>12,65</b>	<b>92,59</b>	<b>13,95</b>	<b>133,81</b>	<b>12,74</b>	
	O. Mesogastropoda									
1	<i>Melanoides granifera</i>	128,14	8,27	64,44	6,32	72,59	10,94	88,39	8,51	100
2	<i>Melanoides tuberculata</i>	25,92	1,67	39,26	3,85	8,15	1,23	24,44	2,25	100
3	<i>Physa</i> sp.	3,70	0,24	1,48	0,15			1,73	0,13	66,6
4	<i>Pomacea</i> sp.	5,18	0,33	2,22	0,22			2,47	0,18	66,6
5	<i>Thiara scabra</i>	12,59	0,81	15,55	1,53	5,18	0,78	11,11	1,04	100
6	<i>Neritina</i> sp.	4,44	0,29	5,93	0,58	6,67	1,00	5,68	0,62	100
<b>II</b>	<b>K. Hirudinae</b>	<b>275,52</b>	<b>17,79</b>	<b>110,37</b>	<b>10,84</b>	<b>228,12</b>	<b>34,38</b>	<b>204,67</b>	<b>21,00</b>	
	O. Pharyngobdellida									
7	<i>Erphobdella</i> sp.	138,50	8,94	40,74	4,00	102,21	15,40	93,82	9,45	100
8	<i>Helobdella</i> sp.	135,54	8,75	54,07	5,31	87,40	13,17	92,34	9,08	100
9	<i>Helobdella fusca</i>			7,41	0,73	23,70	3,57	10,37	1,43	66,6
10	<i>Helobdella stagnalis</i>			2,22	0,22	2,96	0,45	1,73	0,22	66,6
11	<i>Desserobdella</i> sp.	1,48	0,10	5,93	0,58	11,85	1,79	6,42	0,82	100
<b>III</b>	<b>K. Insecta</b>	<b>1091,74</b>	<b>70,46</b>	<b>746,57</b>	<b>73,25</b>	<b>301,44</b>	<b>45,44</b>	<b>713,25</b>	<b>63,05</b>	
	O. Coleoptera									
12	<i>Stenelmis</i> sp.	2,96	0,19			11,85	1,79	4,94	0,66	66,6
13	<i>Promoresia</i> sp.			2,96	0,29			0,99	0,10	33,3
	O. Diptera									
14	<i>Polypedilum</i> sp.	145,17	9,37	77,03	7,56	35,55	5,36	85,92	7,43	100
15	<i>Orthocladus</i> sp.	628,83	40,58	338,48	33,21	77,03	11,61	348,11	28,47	100
16	<i>Pentaneura</i> sp.	21,48	1,39			20,00	3,01	13,83	1,47	66,6
	Pupa chironomidae	48,88	3,15	46,66	4,58	14,81	2,23	36,78	3,32	100
	O. Ephemeroptera									
17	<i>Baetis</i> sp.	92,58	5,98	124,43	12,21	14,07	2,12	77,03	6,77	100
18	<i>Caenis</i> sp.	6,67	0,43	2,96	0,29	7,41	1,12	5,68	0,61	100
19	<i>Pseudocloeon</i> sp.	40,00	2,58	58,51	5,74	71,84	10,83	56,78	6,38	100
	O. Lepidoptera									
20	<i>Eoophyla</i> sp.	13,33	0,86	25,18	2,47	2,96	0,45	13,82	1,26	100
	O. Trichoptera									
21	<i>Hydrodipsyche</i> sp.	38,51	2,49	0,74	0,07	8,15	1,23	15,80	1,26	100
22	<i>Psychomyia</i> sp.	53,33	3,44	69,62	6,83	37,77	5,69	53,57	5,32	100
<b>VI</b>	<b>K. Oligochaeta</b>	<b>2,22</b>	<b>0,14</b>	<b>33,33</b>	<b>3,27</b>	<b>41,48</b>	<b>6,25</b>	<b>25,68</b>	<b>3,22</b>	
	O. Haplotaxida									
23	<i>Tubifex</i> sp.	2,22	0,14	33,33	3,27	11,11	1,67	15,55	1,69	100
24	Lumbricidae					30,37	4,58	10,12	1,53	33,3

Total Individu	1549,47	100	1019,16	100	663,64	100	2021,01	100
Jumlah Jenis	21		22		22			





**Lampiran 5. Jenis-jenis Makrozoobentos dominan yang didapatkan di Sungai Batang Arau Kota Padang.**



***Orthocladius* sp.**



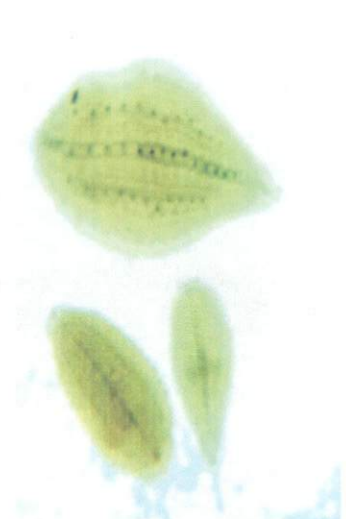
***M. tuberculata***



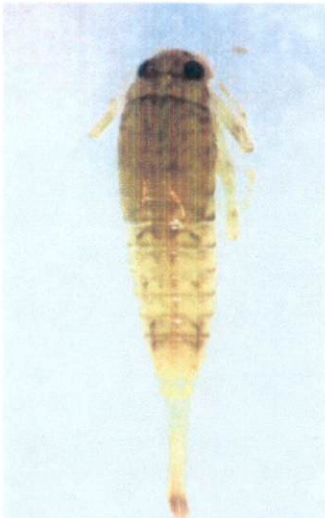
***Erpobdella* sp.**



***M. granifera***



***Helobdella* sp.**



***Baetis* sp.**



***Caenis* sp.**



***Pseudocoleon* sp.**



***Eoophyla* sp.**



***Hydropyche* sp.**

**Lampiran 6.** Analisis uji t taraf 5% untuk nilai keanekaragaman antar stasiun pengamatan

Contoh antara Stasiun 1 dan 2

$$H'_1 = 2,18 \quad N_1 = 58,22$$

$$H'_2 = 2,14 \quad N_2 = 72,11$$

$$\begin{aligned} \text{var } H'_1 &= \frac{\sum p_i \ln^2 p_i - (\sum p_i \ln p_i)^2}{N_1} & \text{var } H'_2 &= \frac{\sum p_i \ln^2 p_i - (\sum p_i \ln p_i)^2}{N_2} \\ &= \frac{6,82 - (2,18)^2}{58,22} & &= \frac{6,44 - (2,14)^2}{72,11} \\ &= 0,035 & &= 0,025 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{hit}} &= \frac{H'_1 - H'_2}{(\text{var } H'_1 + \text{var } H'_2)^{1/2}} \\ &= \frac{2,18 - 2,14}{(0,035 + 0,025)^{1/2}} = 0,16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} df &= \frac{(\text{var } H'_1 + \text{var } H'_2)^2}{(\text{var } H'_1)^2 + (\text{var } H'_2)^2} \\ &= \frac{(0,035 + 0,025)^2}{\frac{(0,035)^2}{58,22} + \frac{(0,025)^2}{72,11}} \\ &= 121,21 \end{aligned}$$

$$T_{\text{tabel}} = 1,960$$

$T_{\text{hit}} < t_{\text{tab}}$  : tidak berbeda nyata

Hasil analisis uji t pada taraf uji 5 %

Stasiun	I	II	III	IV	V	T <sub>-tabel</sub>
I	-	-	-	-	-	1,960
II	0,16 <sup>NS</sup>	-	-	-	-	1,960
III	0,57 <sup>NS</sup>	0,43 <sup>NS</sup>	-	-	-	1,960
IV	1,08 <sup>NS</sup>	1,01 <sup>NS</sup>	0,64 <sup>NS</sup>	-	-	1,960
V	1,56 <sup>NS</sup>	1,53 <sup>NS</sup>	1,22 <sup>NS</sup>	0,57 <sup>NS</sup>	-	1,960

Ket: \*) Berbeda nyata; <sup>NS</sup>) tidak berbeda nyata



**Lampiran 7.** Analisis uji t taraf 5% untuk nilai keanekaragaman antar waktu pengamatan

Contoh antara bulan Agustus dan November

$$H'_1 = 2,11 \quad N_1 = 139,47$$

$$H'_3 = 2,64 \quad N_3 = 59,73$$

$$\begin{aligned} \text{var } H'_1 &= \frac{\sum p_i \ln^2 p_i - (\sum p_i \ln p_i)^2}{N_1} & \text{var } H'_3 &= \frac{\sum p_i \ln^2 p_i - (\sum p_i \ln p_i)^2}{N_3} \\ &= \frac{5,85 - (2,11)^2}{139,47} & &= \frac{7,67 - (2,64)^2}{59,73} \\ &= 0,01 & &= 0,011 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{hit}} &= \frac{H'_1 - H'_3}{(\text{var } H'_1 + \text{var } H'_3)^{1/2}} \\ &= \frac{(2,11 - 2,64)}{(0,01 + 0,011)^{1/2}} = 3,65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} df &= \frac{(\text{var } H'_1 + \text{var } H'_3)^2}{\frac{(\text{var } H'_1)^2}{N_1} + \frac{(\text{var } H'_3)^2}{N_3}} \\ &= \frac{(0,01 + 0,011)^2}{\frac{(0,01)^2}{139,47} + \frac{(0,011)^2}{59,73}} \\ &= 3690,04 \end{aligned}$$

$$T_{\text{tabel}} = 1,960$$

$T_{\text{hit}} > t_{\text{tab}}$  : berbeda nyata

Hasil analisis uji t pada taraf uji 5 %

Periode	Agustus	Oktober	November	$T_{\text{tabel}}$
Agustus	-	-	-	1,960
Oktober	1,38 <sup>NS</sup>	-	-	1,960
November	3,65*	2,71*	-	1,960

Ket: \*) Berbeda nyata; <sup>NS</sup>) tidak berbeda nyata

**Lampiran 8.** Analisa Indeks Similaritas Sorensen (%) antara Stasiun

Contoh antara Stasiun 1 dan 2

$$Q/S = \frac{2J}{A+B} \times 100\%$$

$$= \frac{2.16}{18+17} \times 100\%$$

$$= 91,42$$

**Lampiran 9.** Analisa Indeks Similaritas Sorensen (%) antara waktu pengamatan

Contoh antar bulan Agustus dan Oktober

$$Q/S = \frac{2J}{A+B} \times 100\%$$

$$= \frac{2.18}{20+21} \times 100\%$$

$$= 87,80$$